Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
Fabíola Luzia de Souza Silva
(Organizadores)

Ano 2022

Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
Fabíola Luzia de Souza Silva
(Organizadores)

Ano 2022

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Natália Sandrini de Azevedo
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS
E DA SAÚDE

Atena
Editora
Ano 2022

Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaiddy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
Fabíola Luzia de Sousa Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A946 Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista, Fabíola Luzia de Sousa Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0594-8
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.948222510

1. Botânica. 2. Inovação. 3. Pesquisa. 4. Tecnologia. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Evangelista, Raimundo Cleidson Oliveira (Organizador). III. Silva, Fabíola Luzia de Sousa (Organizadora). IV. Título.
CDD 580

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

O ramo da botânica abrange vários aspectos de estudo das plantas e algas, visando entender fenômenos e ações que ocorrem no meio vegetal. Estes entendimentos gerados através destes estudos permitem que novas possibilidades em meios importantes para a sociedade sejam alcançadas – na medicina, na agricultura, na pecuária e outros segmentos de relevância econômica e social.

Junto a isso, a descoberta e o crescente aumento da disseminação de tecnologias voltadas para a pesquisa científica no ramo de estudo em questão colaboram para que, corriqueiramente, venham surgir novidades no estudo botânico.

Nesse sentido, é notório que é de extrema importância o entendimento da botânica para a compreensão de áreas importantes para o desenvolvimento da humanidade e manutenção da vida na terra. Algumas ações antrópicas influenciam diretamente no comportamento e funcionamento de espécies botânicas, e para mantê-las preservadas é inevitável entendê-las.

Por este motivo, diante do exposto, esta obra busca apresentar ao leitor o crescente desenvolvimento das pesquisas relacionadas a botânica, intrínseco a sua importância socioeconômica e ligados ao avanço da tecnologia com inovações do setor.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Raimundo Cleidson Oliveira Evangelista
Fabíola Luzia de Sousa Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

COMPARAÇÃO DO TEOR E RENDIMENTO DO ÓLEO ESSENCIAL DE AROEIRA-ROSA, *Schinus terebinthifolius* Raddi APÓS EXTRAÇÃO POR HIDRODESTILAÇÃO DE FOLHAS INTEIRAS E TRITURADAS

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 13/07/2022

Lasara Luana Gomes Ribeiro dos Santos Alves Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler

Tangará da Serra-MT

http://lattes.cnpq.br/5898731604488636

Vanessa Cardoso Nunes

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Pelotas-RS

http://lattes.cnpq.br/2771573750827791

Rafael Cappellari

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler

Tangará da Serra-MT

http://lattes.cnpq.br/5929796246472589

Diones Krinski

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler

Tangará da Serra-MT

http://lattes.cnpq.br/9473229586446780

RESUMO: Óleos essenciais (OEs) são produtos do metabolismo secundário das plantas e são responsáveis por gerar uma resposta de defesa ao meio em que as plantas se encontram. Os OEs possuem elementos químicos diferentes entre as espécies vegetais e são importantes em várias áreas de estudos apresentando diferentes potenciais de uso na indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica com aplicação em diferentes produtos. Dentre as diversas plantas com OEs de importância industrial, destacam-se espécies do gênero *Schinus* com várias espécies encontradas em todo o território brasileiro. Por este motivo, o objetivo deste estudo foi extrair OEs de folhas inteiras e trituradas da espécie *Schinus terebinthifolius* (aroeira-rosa) e realizar uma comparação dos valores de teor e rendimento dos OEs entre os diferentes processamentos das folhas. Os resultados mostraram uma diferença significativa na quantidade de OE entre os tratamentos (extrações entre folhas inteiras ou trituradas), onde folhas inteiras apresentaram valores menores tanto de rendimento (160,78±2,48 μL/100g) e teor (0,40±0,006% μL/g) do que folhas trituradas, que apresentaram o dobro de OE, tanto para o rendimento (350,37±2,15 μL/100g) quanto para o teor (0,91±0,009% μL/g). Com isso, concluímos que a fragmentação (trituração) das folhas frescas da aroeira-rosa, *S. terebinthifolius*, antes do processo de extração do seu OE por hidrodestilação é mais viável uma vez que, resulta na obtenção de maiores quantidades desse metabólito secundário para sua posterior utilização nas mais diversas áreas.

PALAVRAS-CHAVE: Anacardiaceae. Protocolos de extração. Delineamento experimental. Fragmentação.

COMPARISON OF ESSENTIAL OIL CONTENT AND PERFORMANCE OF AROEIRA-ROSA, *Schinus terebinthifolius* Raddi AFTER HYDRODISTILLATION EXTRACTION OF WHOLE AND CRUSHED LEAVES

ABSTRACT: Essential oils (EOs) are products of the secondary metabolism of plants and are responsible for generating a defense response to the environment in which plants are found. EOs have different chemical elements among plant species and are important in several areas of study, presenting different potential for use in the food, cosmetic and pharmaceutical industry with application in different products. Among the various plants with industrially important EOs, species of the genus *Schinus* stand out with several species being found throughout the Brazilian territory. For this reason, the objective of this study was to extract OEs from whole and crushed leaves of the species *Schinus terebinthifolius* (aroeira-rosa) and to compare the values of OE content and yield between the different processing of the leaves. The results showed a significant difference in the amount of EO between treatments (extractions between whole or crushed leaves), where whole leaves showed lower values both in yield (160.78±2.48 *μ*L/100g) and content (0.40± 0.006% *μ*L/g) than crushed leaves, which showed twice the EO, both for yield (350.37±2.15 *μ*L/100g) and for content (0.91±0.009% *μ*L/g). With this, we conclude that the fragmentation (crushing) of the fresh leaves of the aroeira-rosa, *S. terebinthifolius*, before the process of extraction of its EO by hydrodistillation is more viable since it results in obtaining larger amounts of this secondary metabolite for its subsequent use in the most diverse areas.
KEYWORDS: Anacardiaceae. Extraction protocols. Experimental design. Fragmentation.

INTRODUÇÃO

Schinus terebinthifolius Raddi, popularmente conhecida como pimenta-rosa, aroeira-rosa ou pimenta brasileira é uma árvore nativa da América do Sul, pertencente à família Anacardiaceae, podendo ser encontrada em todo o território brasileiro, mas principalmente em regiões litorâneas (Figura 1) (OLIVEIRA et al., 2022). Entretanto, sua distribuição atual abrange diferentes fitofisionomias e climas através dos cinco continentes, sendo considerada uma espécie invasora (PILATTI, 2018) (Figura 2).

Figura 1. Mapa de ocorrência de *Schinus terebinthifolius* no Brasil.

Fonte: Silva-Luz et al. (2021).

São arbustos ou árvores de até 15 metros, com folhas compostas imparipinadas podendo variar de aspecto de acordo com a região encontrada. A *S. terebinthifolius* é classificada como heliófita, perene e lenhosa pioneira. Por apresentar alta plasticidade fenotípica, rápida dispersão e crescimento, apresenta grande adaptabilidade a habitats diversos, como solos úmidos e secos, profundos e rasos, argilosos ou arenosos, e pode ser encontrada desde o nível do mar até 2.000 metros de altitude (GILBERT; FAVORETO, 2011; CARVALHO et al., 2013). Seus frutos são usados na culinária como condimento por ter um aroma adocicado, tanto na medicina natural em comunidades tradicionais, devido seu potencial terapêutico (LENZI; ORTH, 2004; OLIVEIRA, 2020).
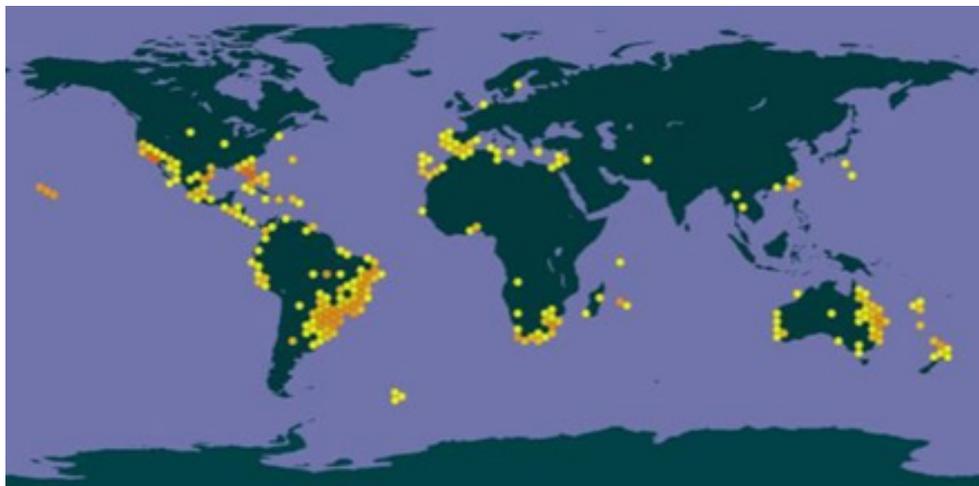
Figura 2. Mapa de distribuição mundial da espécie *Schinus terebinthifolius*.

Fonte: GBIF (2021).

Segundo Medeiros et al. (2007), por atuar como grande agente anti-inflamatório, antitérmico, analgésico, agente depurativo, antisséptico e no tratamento de doenças do sistema urogenital, é muito utilizada na medicina convencional, como chás. Estas propriedades medicinais têm sido notadas há muitos anos, sendo descritas desde 1926 na primeira edição da Farmacopeia Brasileira (CARVALHO et al., 2013). As ações bióticas dessa planta estão relacionadas a vários compostos de fitonutrientes presentes em sua constituição, entre os quais pode-se citar: taninos, terpenos, antocianinas, compostos fenólicos e flavonoides, saponinas e esteróides, que estão distribuídos em diferentes quantidades e em estruturas como: cascas, folhas, inflorescência e bagas (OLIVEIRA et al., 2022; ARAÚJO, 2021).

Em um estudo realizado por Martínez et al. (1996), com várias plantas medicinais tradicionais, a espécie *S. terebinthifolius* foi a que teve o maior desempenho no combate à bactéria *Staphylococcus aureus*. Pelissari et al. (2009) também destacaram que a atividade antibacteriana dessa espécie está relacionada com os óleos essenciais (OE) que são mais ativos contra bactérias gram-positivas.

Estes resultados podem estar relacionados com os principais compostos químicos geralmente encontrados nos OE de *S. terebinthifolius*, como a santolina trieno; δ-2-careno; β-ocimeno; ρ-menta-3,8- dieno; Isocitral; α-copaeno; β-cubebeno; β-gurjuneno; β-copaeno; γ-macrocarpeno (GUERRA, 2014). Além disso, Grandini (2017), ressalta que o processo de extração do OE pode ser um fator importante para a obtenção dessa matéria-prima, sendo necessários estudos para otimizar esses processos, e assim torná los mais eficientes e com menores custos, visando a produção em escalas comerciais, e assim atender a demanda econômica e de pesquisas. Neste sentido, este trabalho teve

como objetivo realizar a extração do OE de folhas inteiras e trituradas da aroeira-rosa, *S. terebinthifolius,* e verificar se o processamento dessa parte vegetal afeta os valores de teor e rendimento do OE extraídos.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das folhas de *S. terebinthifolius* foi realizada em plantas de uma população situada no campo experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra/MT (coordenadas 14º38’49” S, 57º25’41” W, alt. 438 m) (Figuras 3 e 4). As coletas foram realizadas no período vespertino, entre 15h30m e 17h30m.

Figura 3. Local de coleta das folhas de *Schinus terebinthifolius*, Tangará da Serra/MT (seta branca em destaque).

Fonte: Google Maps.

Figura 4. Folhas de *Schinus terebinthifolius* coletadas em Tangará da Serra/MT.

Fonte: os autores.

Determinação do teor de umidade (TU%) para a determinação do teor de umidade (TU%), após a coleta das folhas frescas de *S. terebinthifolius*, amostras em triplicatas de 20 g foram separadas para secagem em estufa a 50 °C, até peso constante (aproximadamente 15 dias). O teor de umidade foi calculado através da equação:

$$TU\% = (mu - ms) / (mu) * 100 \quad (1)$$

Onde: TU%= Teor de Umidade; mu= massa úmida (g); ms= massa seca (g); e 100= fator de conversão para porcentagem. A determinação do TU% foi utilizada nos cálculos de rendimento de OE, mais especificamente os valores de massa das folhas frescas em relação à base úmida (MF BU) e à base seca (MF BS) do material vegetal. A massa vegetal à base seca (MF BS) foi corrigida através da equação:

$$MF\ BS = (100 - TU) * MF\ BU) / 100 \quad (2)$$

Extração do óleo essencial (OE) de folhas inteiras e trituradas de Schinus terebinthifolius Folhas inteiras e trituradas de S. terebinthifolius foram submetidas à hidrodestilação para a extração do OE, em aparelho tipo Clevenger modificado, durante 4 horas. Neste método, o óleo destilado é retido em um tubo de vidro e a fase aquosa retorna automaticamente para o balão de destilação, sendo reutilizada (SARTOR, 2009). As extrações foram realizadas em triplicatas de 100 g. O teor do óleo essencial extraído da biomassa vegetal foi calculado com base na matéria seca ou base livre de umidade (BLU), através da equação:

$$TO = (moe / ms) * 100 \quad (3)$$

Onde:

TO= Teor de óleo (%);

moe= massa total do óleo essencial extraído (mg);

ms= massa seca de 100 g de material vegetal (g);

100= fator de conversão para porcentagem.

Essa equação foi aplicada na determinação do teor de óleo essencial em BLU, sendo que o valor calculado é expresso em porcentagem, que corresponde ao peso (mg de óleo essencial pela biomassa seca obtida de 100 g de material vegetal fresco) e indica o valor correto do teor de óleo contido na biomassa seca. Para o rendimento do OE foi considerado o volume total de OE obtido da extração de 100 g de material vegetal fresco. Para calcularmos o volume do OE utilizamos a seguinte fórmula:

$$VO = moe / de \quad (4)$$

Onde:

VO= volume total de óleo essencial obtido de 100 g de material vegetal;

moe= Massa total do óleo essencial extraído (mg);

de= densidade do óleo essencial extraído.

A densidade do óleo essencial foi calculada com a utilização de micropipeta LabMATE® de 2-20 μL e uma balança de precisão Shimadzu® AY220, através da equação:

$$DE = m / v \quad (5)$$

Onde:

DE = densidade do óleo essencial;

m= massa calibrada na micropipeta (mg);

v= volume obtido após pesagem na balança (μL).

Análise estatística

Os dados de teor e rendimento foram submetidos aos pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. Para a análise dos resultados obtidos foi empregado o tratamento estatístico e a análise de variância foi realizada pelo teste F utilizando-se do teste de *t* de Student para a comparação entre médias com o auxílio do software estatístico Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nossos resultados mostram que existe diferença tanto entre o teor quanto no rendimento dos OE obtidos de extrações de folhas inteiras e trituradas de *S. terebinthifolius* (Tabela 1).

Fonte de Variação	G.L	Valores de F	
		Teor (%)	Rendimento
Tratamentos	1	650.1870 **	1003.5076 **
Resíduos	4	-	-
p-valor		<0001	<0001
C.V. (%)	-	3.80	2.87

*significativo a 5%; **significativo a 1%; ns: não significativo.

Tabela 1. Análise de variância para teor (%) e rendimento do óleo essencial de folhas inteiras e trituradas de aroeira-rosa, *Schinus terebinthifolius*.

O teor médio encontrado nas folhas trituradas foi mais de duas vezes maior do que o extraído das folhas inteiras (Inteiras= 0,40±0,006%; Trituradas= 0,91±0,009%) (Figura 5A). O mesmo padrão foi encontrado para o rendimento médio de OE (Inteiras= 160,78±2,48 μl/100 g; Trituradas= 350,37±2,15 μl/100 g) (Figura 5B).
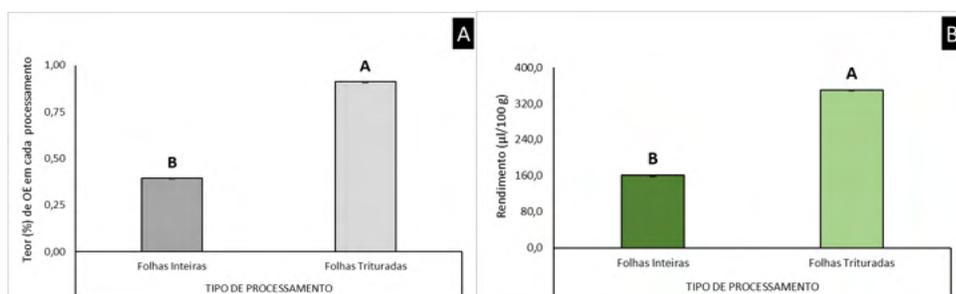
Figura 5. Quantidade de óleo essencial (OE) extraído de folhas inteiras e trituradas de *Schinus terebinthifolius.* A) Teor (%) de OE encontrado em folhas inteiras e trituradas; B) Rendimento médio (± erro padrão) de OE obtido de folhas inteiras e trituradas de *S. terebinthifolius*. Barras seguidas de letras diferentes apresentam diferença significativa pelo teste t de Student (p ≤ 0,05).

Embora vários trabalhos como os de Busato et al. (2014), informem que não é necessária a fragmentação das folhas das plantas para a total extração de seus OEs, nosso trabalho mostrou, que quando realizada a trituração das folhas de *S. terebinthifolius*, para então iniciar o processo de extração, obtém-se mais que o dobro de OE do que quando se utiliza apenas as folhas inteiras. Isso comprova que o processo de trituração atua diretamente no rompimento da parede celular das folhas da aroeira-rosa, facilitando assim a ação da água que pode entrar mais facilmente em contato com o interior das células vegetais, além dessa fragmentação/trituração atuar aumentando a superfície de contato das folhas, permitindo, portanto, o melhor rendimento na destilação, como já mencionado há tempos por Geankoplis (1993).

Nossos dados corroboram ainda com os estudos de Barboza et al. (2007), que

extraíram OEs de folhas e frutos dessa mesma espécie provenientes da cidade de Viçosa/MG, os quais obtiveram teor de OE de 0,44% a partir de extrações feitas de folhas frescas, sendo similares com os valores encontrados em nosso trabalho (embora esses autores não informam em seu estudo se usaram folhas inteiras ou trituradas).

Já em outro trabalho realizado por Oliveira et al. (2014), que fizeram a extração do OE de frutos e folhas secas e trituradas, também de *S. terebinthifolius*, coletada em São Cristóvão/SE, podemos observar que o valores encontrados em nosso trabalho apresentaram rendimentos entre 4 e 9 vezes maiores, quando utilizamos folhas frescas inteiras ou trituradas respectivamente, enquanto estes autores encontraram rendimento de apenas 0,1% ao utilizarem folhas secas trituradas. Ademais, o processo de secar as folhas antes da extração, como realizado por estes autores pode ter ocasionado perda de parte do OE, uma vez que, os metabólitos secundários são bastante voláteis, pois como são substâncias sensíveis ao calor, o aumento da temperatura do ar de secagem pode volatilizar estes compostos, resultando em menor rendimento extrativo (EBADI et al., 2015; AHMED et al., 2018; GOVENCINI, 2019).

Comparando nossos dados com os estudos citados anteriormente, fica claro que a quantidade do OE da aroeira-rosa apresenta variações importantes de acordo com a localidade de coleta e o processamento do material vegetal. Informações sobre diferenças em OEs de espécies de plantas de locais/regiões geográficas distintas já foram relatadas em vários trabalhos como consequência de vários parâmetros abióticos (DOUGLAS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2005; GOBBO-NETO; LOPES, 2007). Além desses fatores, as características genéticas das plantas, mesmo que de uma única espécie oriunda de localidades diferentes, também podem ocasionar grande variação sobre seus OEs, como já relatado por Martins et al. (2006), e Ibrahim et al. (2010).

Portanto, fica claro que são muitos os fatores que influenciam, tanto o rendimento quanto a composição química dos OEs, sejam eles fatores ambientais, edáficos e climáticos, poluição atmosférica, bem como aqueles inerentes à própria planta, como ciclo vegetativo, idade e órgão vegetal (LIMA et al., 2003; GOBBO-NETO; LOPES, 2007; FIGUEIREDO et al., 2008). Isso evidencia a importância da necessidade de mais estudos serem realizados com plantas de uma mesma espécie provenientes de localidades diferentes, uma vez que, a quantidade de OEs extraído também pode variar de acordo com o local onde a planta é cultivada. Nesse sentido, nosso trabalho traz novas informações sobre o OE obtido de folhas inteiras e trituradas de *S. terebinthifolius* para uma região que ainda não existiam dados relacionados sobre a espécie, e abre espaço para que novas pesquisas sejam realizadas, tanto visando conhecer os metabólitos secundários da aroeira-rosa oriundas do estado de Mato Grosso, bem como para testar a bioatividade dos OEs produzidos por essa planta sobre uma infinidade de organismos de interesse econômico, em especial para a região mato-grossense, que é considerada o celeiro de produção agrícola do Brasil (VON DENTZ, 2019).

Assim, a obtenção dessa matéria-prima em escalas maiores pode propiciar sua utilização como potencial agente de controle fito inseticida, como já tem sido verificado em diversas pesquisas com outros grupos de plantas (KRINSKI; MASSAROLI, 2014; KRINSKI et al., 2014; KRINSKI; FOERSTER, 2016; SANINI et al., 2017; KRINSKI et al., 2018, SOUZA et al., 2020; 2021; 2022; GONÇALVES et al., 2022).

Além disso, quando levamos em conta que os OEs produzidos por estruturas presentes nas folhas de algumas espécies vegetais podem inibir a ação de herbívoros, proteger contra o ataque de fungos, bactérias e até possuir propriedades alelopáticas como relatado por Siani et al. (2000) e Raven et al. (2007), apenas estamos reforçando que os vegetais são uma fonte inesgotável de moléculas, muitas delas ainda desconhecidas, e que podem servir de modelo para síntese química, gerando produtos de baixo custo, eficazes, ambientalmente seguros, padronizados, registrados, com controle de qualidade visando a reprodutibilidade e constância de componentes químicos, e, principalmente, que atendam às necessidades daqueles que querem utilizar esse tipo de produto (MORAIS, 2009).

Por isso, estudos futuros devem ser realizados, para por exemplo, verificar o efeito sazonal sobre o rendimento dos OEs das folhas e demais partes vegetais de S. terebinthifolius provenientes do estado de Mato Grosso, pois esse tipo de pesquisa poderá mostrar em qual período do ano essa espécie produz maior quantidade de OE, direcionando a obtenção dessa matéria-prima em períodos específicos. E juntamente com estes estudos sobre rendimento, também realizar análises fitoquímicas visando conhecer e verificar os principais compostos para sua bioprospecção.

CONCLUSÃO

Com as análises dos dados obtidos, podemos concluir que quando utilizamos folhas trituradas de *S. terebinthifolius* oriundas de plantas de Tangará da Serra-MT, é possível obter maiores quantidades de OE, tanto no seu teor quanto no rendimento, assim sendo mais vantajoso a fragmentação para a exploração em escala econômica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário Professor Eugênio Carlos Stieler, Tangará da Serra, pela estrutura logística viabilizada para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AHMED, A. *et al*. Effect of drying methods on yield, chemical composition and bioactivities of essential oil obtained from Moroccan *Mentha pulegium* L. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v.16, p. 638-643, 2018.

ARAÚJO, P. L. **Desenvolvimento e avaliação fisico-química de nuggets de frango adicionado do extrato da folha da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**, 2021. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2021.

BARBOSA, L. C. A.; DEMUNER, A. J.; CLEMENTE, A. D. Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Química Nova**, v. 30, n.8, p.1959–1965, 2007.

BUSATO, N. V. *et al*. Estratégias de modelagem da extração de óleos essenciais por hidrodestilação e destilação a vapor. **Ciência Rural**, 2014, v. 44, n. 9, p. 1574-1582.

CARVALHO, M. G. *et al*. *Schinus terebinthifolius* Raddi: chemical composition, biological properties and toxicity. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 15, n. 1, p. 158–169, 2013.

DOUGLAS M. H. *et al*. Essential oils from New Zeland manuka: triketone and other chemotypes of *Leptospermum scoparium*. **Phytochemistry**, v. 65, p. 1255-1264, 2004.

EBADI, M. T. *et al*. Influence of different drying methods on drying period, essential oil content and composition of *Lippia citriodora* Kunth. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 2, p. 182-187, 2015.

GEANKOPLIS, C. J. **Transport process and unit operations**. 3ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall,1993.

GILBERT B. FAVORETO R. *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Revista Fitossanitária**, 6:43-56, 2011.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2,p. 374-381. 2007.

GONÇALVES, R. B. *et al*. *Annona* (Annonaceae) by-products derivatives: Toxicity to the European pepper moth and histological assessment. **Crop Protection**, v. 155, p. 105937, 2022.

GOVERNICI, J. L. **Influência da temperatura do ar de secagem e da fragmentação dos frutos no rendimento de óleo essencial de pimenta-rosa**. 2019. 29 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.2019.

GRANDINI, C. P. **Obtenção de extratos voláteis e não voláteis de Pluchea sagittalis (Lam.) Cabrera (Quitoco): processos e análises**. 2017. 72 f.Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

GUERRA, A. P. **Obtenção, caracterização química e determinação da atividade antimicrobiana do óleo essencial das folhas de *Schinus terebinthifolius Raddi* (aroeira)**. 2014. 35 f.Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

IBRAHIM, M. A. *et al*. Elevation of night-time temperature increases terpenoid emissions from *Betula pendula* and *Populus tremula*. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, n. 6, p. 1583–1595,2010.

KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A. Toxicity of essential oils from leaves of Piperaceae species in rice stalk stink bug eggs, *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). **Ciência e Agrotecnologia, v. 40, p. 676-687, 2016.**

KRINSKI, D.; FOERSTER, L. A.; DESCHAMPS,C. Ovicidal effect of the essential oils from 18 Brazilian *Piper* species: control of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera, Erebidae) at the initial stage of development. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, p. e35273-e35285, 2018.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n.2, p. 67-89, 2004.

MARTÍNEZ M. J. *et al*. Screening of some Cuban medicinal plants for antimicrobial activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 52, n. 3, p. 171–174,1996.

MARTINS, F. T.; SANTOS, M. H.; POLO, M. Variação química do óleo essencial de *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., sob condições de cultivo. **Química Nova,** v. 29, n. 6, p. 1203–1209, 2006.

MEDEIROS, K. C. P. *et al*. Effect of the activity of the Brazilian polyherbal formulation: *Eucalyptus globulus Labill*, *Peltodon radicans* Pohland *Schinus terebinthifolius* Radd in 33 inflammatory models. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 17, n. 1, p.23–28,2007.

MORAIS, L. A. S. Óleos essenciais no controle fitossanitário. *In*: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A.B. (eds.). Biocontrole de doenças de plantas: uso eperspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente,2009. cap. 9, p. 139-152.

OLIVEIRA, K. B., *et al*. Analysis of Volatiles of Rose Pepper Fruits by GC/MS: Drying Kinetics, Essential Oil Yield, and External Color Analysis. **Journal of Food Quality**, 2022.

OLIVEIRA, L. F. M. *et al.* Tempo de destilação e perfil volátil do óleo essencial de aroeira da praia (*Schinus terebinthifolius*) em Sergipe. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 2, p.243-249, 2014.

OLIVEIRA, O. A. **Atividade inseticida de frutos de *Schinus terebinthifolius* para o inseto Callosobruchus maculatus**. Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia) Centro de Biociências e Biotecnologia - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 2020.

OLIVEIRA, R. N.; DIAS, I. J. M.; CÂMARA, C. A.G. Estudo comparativo do óleo essencial de *Eugenia punicifolia* (HBK) DC. de diferentes localidades de Pernambuco. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 1, p. 39-43, 2005.

PELISSARI, F. M. *et al*. Antimicrobial, mechanical, and barrier properties of cassava starch– chitosan films incorporated with oregano essential oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 16, p. 7499-7504. 2009.

PILATTI, D. M. **Ecological fitting em *Schinus terebinthifolius* Raddi: entendendo o processo de dispersão e invasão da espécie**. 2018. 109 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.2018.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Coordenadora de tradução Jane Elizabeth Kraus. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2007. 830 p.

SANINI, C. *et al*. Essential oil of spiked pepper*, Piper aduncum* L. (Piperaceae), for the control of caterpillar soybean looper, *Chrysodeixis includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 40, p. 399-404, 2017.

SARTOR, R. B. **Modelagem, simulação e otimização de uma unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor**. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento de Processos). Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

SIANI, A. C. *et al*. Óleos essenciais: potencial antiinflamatório. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 16, n. 3, p. 38-43, p. 1414-4522, 2000.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n.39, p.3733-3740, 2016. Doi:10.5897/AJAR2016.11522

SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R.; PELL, S. K.;MITCHELL, J. D. ***Anacardiaceae*** In Flora e Fungado Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.Disponível em:<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15471>. Acessoem: 07 abr. 2022.

SOUZA, M. T. *et al*. Insecticidal and oviposition deterrent effects of essential oils of *Baccharis* spp. and histological assessment against *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Scientific Reports**, v. 11, p. 3944, 2021.

SOUZA, M. T.; DE SOUZA, M. T.; ZAWADNEAK, M. A. C. Larvicidal activity of essential oils of *Rosmarinus officinalis* and their major compound against *Drosophila suzukii*. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 27, p. 1-7, 2022.

VON DENTZ, E. Produção agrícola no estado do Mato Grosso e a relação entre o agronegócio e as cidades: o caso de Lucas do Rio Verde e Sorriso. **Ateliê Geográfico**, v. 13, n. 2, p. 165-186, 2019.

CAPÍTULO 2

ELABORAÇÃO DE APLICATIVO SOBRE A FLORA NATIVA DO NORTE PIAUIENSE COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BOTÂNICA

Data de aceite: 03/10/2022

Iara Fontenele de Pinho
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar)/*Campus* Ministro Reis Velloso
Parnaíba - Piauí
http://lattes.cnpq.br/2009014896707122

Ivanilza Moreira de Andrade
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar)/*Campus* Ministro Reis Velloso
Parnaíba - Piauí
http://lattes.cnpq.br/7284717480828084

Maria Helena Alves
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar)/*Campus* Ministro Reis Velloso
Parnaíba - Piauí
http://lattes.cnpq.br/1435244573329987

Samuel Pires Melo
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar)/*Campus* Ministro Reis Velloso
Parnaíba - Piauí
http://lattes.cnpq.br/2484459920015984

Jesus Rodrigues Lemos
Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar)/*Campus* Ministro Reis Velloso
Parnaíba - Piauí
http://lattes.cnpq.br/0603749727482775

RESUMO: A Botânica é o campo da Biologia que estuda os vegetais. O ensino dessa área ainda é caracterizado como desestimulante e pouco valorizado. A esta desvalorização, se atribui a precariedade de materiais didáticos e/ou métodos ou tecnologias que não despertem a curiosidade do aluno, pois a maioria destes não tem acesso aos recursos necessários de conteúdos relacionados à Botânica. Com isso, sentiu-se a necessidade de propor estratégias/ferramentas educativas que sirvam como recursos didáticos e auxiliem os professores e alunos na construção do conhecimento científico dos vegetais na Educação básica, neste caso especifico, um aplicativo. Para a construção do aplicativo foi utilizado a plataforma *Unity*, na versão *personal* em 2D, visando garantir maior sucesso no carregamento de dados. Para a seleção dos conteúdos foi adotado como base os livros didáticos utilizados nas escolas públicas, e para a descrição, objetivando alcançar uma acurácia das informações técnicas, este conteúdo foi consultado na literatura adotada em nível superior. O aplicativo intitulado "Botânica Simplificada" foi criado e está lançado nas lojas oficias de aplicativos: *Google Play Store* e *App Store*. Este contém registros sobre as espécies nativas da flora piauiense, conteúdos botânicos em forma de quiz e um glossário. Este produto traz uma maior proximidade entre o aluno e parte do conteúdo de Botânica, pois os mesmos terão um maior contato com o conteúdo apresentado de forma dinâmica e interativa.

PALAVRAS-CHAVE: Material didático digital, Ensino de Ciências e Biologia, Educação básica

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION ON THE NATIVE FLORA OF THE NORTH OF PIAUÍ AS A DIDACTIC RESOURCE FOR THE TEACHING OF BOTANY

ABSTRACT: Botany is the field of Biology that studies plants. Teaching in this area is still characterized as discouraging and undervalued. This devaluation is attributed to the precariousness of teaching materials and/or methods or technologies that do not arouse the curiosity of the student, since most of them do not have access to the necessary resources of contents related to Botany. With this, it was felt the need to propose educational strategies/ tools that serve as didactic resources and help teachers and students in the construction of scientific knowledge about plants in Basic Education, in this specific case, a digital app. For the construction of the digital app, the Unity platform was used, in the personal version in 2D, in order to ensure greater success in data loading. For the selection of contents, textbooks used in public schools were adopted as a basis, and for the description, aiming to achieve an accuracy of technical information, this content was consulted in the literature adopted at a university degree level. The application entitled "Botany Simplified" was created and is released on the official app stores: Google Play Store and App Store. This contains records about the native species of the Piauí flora, botanical contents in quiz format and a glossary. This product brings the student closer to part of the Botany content, as they will have greater contact with the content presented in a dynamic and interactive way.
KEYWORDS: Digital teaching material, Science and Biology Teaching, Basic Education

1 I INTRODUÇÃO

A Botânica é o campo da Biologia que estuda os vegetais e o conhecimento dessa área vem sendo utilizado e acumulado desde o tempo mais remoto da civilização humana, comprovados por meio de acervos arqueológicos de povos indígenas primitivos (GAUDÊNCIO, 2020). No entanto, atualmente esta área, tão importante para o conhecimento da Biodiversidade, para a conservação e preservação de *taxa* e de áreas, é de difícil assimilação para alguns alunos, principalmente pelos termos científicos considerados de difícil entendimento, o que provoca desestímulo e frustração (SALGADO; GAUTÉRIO, 2020).

No Brasil, a Botânica foi introduzida como um saber popular de indígenas que utilizavam as plantas para sobrevivência e alimentação (GAUDÊNCIO, 2020). Com o passar do tempo e com a implantação de herbários e Jardins Botânicos, as plantas passaram a ser conhecidas cientificamente. Este conhecimento se ampliou com as abordagens na área da Química e da Agronomia, embora se limitasse às pesquisas farmacêuticas, agronômicas e médicas. Somente após alguns anos, esta área do conhecimento se tornou um ramo da Biologia, o que influenciou a forma de ensinar, com conteúdo repassado de forma técnica e mecanicista, trazendo consequências negativas até os dias atuais (TOWATA; URSI; SANTOS, 2010).

O ensino de botânica ainda se caracteriza como desestimulante e pouco valorizado nas salas de aula brasileiras (TOWATA; URSI; SANTOS, 2010). Este é geralmente tratado

com descaso por alunos e até mesmo por professores. Segundo alguns autores (ARRUDA; LABURÚ, 1996; LORENZETTI, 2000; SILVA, 2008; VIEIRA et al., 2016), esta desvalorização do conteúdo tem como causas a precariedade de materiais didáticos e/ou métodos ou tecnologias que não despertem a curiosidade do aluno. O uso de novas ferramentas que possam facilitar a valorização deste conhecimento, de forma contextualizada à realidade do aluno, como proposta de subsídios para visualização do que foi ensinado, torna-se assim, de grande relevância para a educação.

Portanto, a forma de promover o ensino-aprendizagem deve proporcionar ao indivíduo uma percepção melhor do mundo e das plantas, de maneira que este conhecimento venha a possibilitar o entendimento do progresso científico/tecnológico com seus benefícios e implicações, tanto para o meio ambiente quanto para as relações sociais (POZO; CRESPO, 2009; SOARES; MAUER; KORTMANN, 2013). Neste contexto, Malcher, Costa e Lopes (2013) destacam a importância da adequação do conhecimento técnico científico para a compreensão do aluno em diferentes idades, para que ele possa ter um melhor aproveitamento deste conteúdo, levando-se em conta que a utilização de estratégias por meio de materiais de divulgação (uso de cartilhas, aulas práticas e recursos tecnológicos, por exemplo) promovam o conhecimento formal de forma mais atrativa.

Justina e Ferla (2006) afirmam que cabe à comunidade científica, às políticas públicas e ao professor, a criação de propostas que supram as necessidades referentes ao ensino de Biologia, como o uso de estratégias alternativas com recursos didáticos de fácil aquisição, tais como recursos audiovisuais, modelos palpáveis e confeccionados para serem utilizados durante a aula ou construídos juntamente com os alunos, isto tudo estimula a curiosidade e o interesse do aluno sobre o conteúdo, ajudando nos processos de ensino e aprendizagem (SANTOS; SANTANA, 2010).

Com a finalidade de superar essas dificuldades, uma das alternativas viáveis consiste no uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC's), como é o caso de aplicativos de celular, visto a ampla disseminação entre os estudantes e a atratividade para os conteúdos (LUNA, 2021). Em afirmação - embora não o suficiente, no seu estudo, Carneiro (2019) diz existir um número significativo de aplicativos móveis voltados à área da biologia, mostrando progressos significativos de alternativas para o ensino e aprendizagem.

Diante do atual quadro encontrado em sala de aula, em que a maioria dos alunos não tem acesso aos recursos necessários de conteúdos relacionados à Botânica e, em especial das espécies nativas do norte do Piauí, sentiu-se a necessidade de propor estratégias ou ferramentas educativas que sirvam como recursos didáticos e auxiliem os professores e alunos na construção do conhecimento científico dos vegetais na Educação básica. Nesta região, inclusive, os trabalhos de Lemos (2016) tem suscitado esta discussão da aplicabilidade de estratégias didáticas na facilitação deste conhecimento na Educação básica.

Nesse âmbito, se propôs com este projeto, concretizar a construção, a aplicação e

avaliação de estratégias para o ensino de Botânica no ensino básico utilizando recursos que venham a promover a alfabetização científica nesse nível de ensino, neste caso especifico, um aplicativo. Salienta-se que propostas como esta, levando-se em consideração este conteúdo didático, ainda são inexistentes em escala local, havendo assim, ineditismo nesta proposta.

2 I METODOLOGIA

Dividido em três abas principais, o *App* contém na primeira aba, fotografias feitas *in loco* e descrições morfológicas de espécies nativas que foram coletadas em uma área da região norte piauiense. A segunda aba contém temas de botânica abordados no Ensino Fundamental e Ensino Médio, tendo como base os livros didáticos adotados pelas escolas públicas, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular-BNCC, e, ao final de cada conteúdo desta aba, há um *quiz* com perguntas acerca do assunto tratado. A terceira aba contempla um glossário com termos botânicos para auxiliar o aluno durante o uso do aplicativo, enquanto este pratica as atividades oferecidas.

Para os conteúdos presentes no aplicativo, foi adotado as seguintes áreas: Botânica Geral, Ecologia, Vegetal, Morfologia Vegetal, Anatomia Vegetal, Classificação das Plantas e Fisiologia Vegetal. Dentro de cada área há conteúdos relacionados. Os autores adotados para a busca de conteúdos adotados na educação básica foram: Bueno e Macedo (2018); Carnevalle (2018) e Canto e Canto (2018), enquanto para o ensino médio foram Amabis e Martho (2016) e Linhares, Gewandsznajder e Pacca (2016). Objetivando alcançar uma acurácia das informações técnicas, este conteúdo também foi consultado na literatura adotada em nível superior, tais como Pimentel et al. (2017), Raven et al*.* (2014), Souza et al. (2013) e Taiz et al*.* (2017).

Para a construção do aplicativo utilizou-se a plataforma *Unity*, a qual possibilita o desenvolvimento 3D e 2D em tempo real e que abriga três tipos de planos para desenvolvimento de *apps*: *personal*, *plus* e *pro*. No caso do aplicativo "Botânica Simplificada" foi utilizada a versão *personal* em 2D, visando garantir maior sucesso no carregamento de dados, visto que o objetivo é o desenvolvimento de uma ferramenta que possa ser utilizada *off-line* após a instalação, para que alcance o maior número de estudantes, incluindo os que possuem acesso restrito à *internet*.

2.1 Recursos Pedagógicos e de Aprendizagem

Tendo como foco principal produzir informação de forma dinâmica e para um maior número de pessoas com acesso a dispositivos com tecnologia digital, o aplicativo utiliza os seguintes recursos pedagógicos:

Textos: dispostos de forma a reforçar o conteúdo a ser trabalhado nas perguntas (*quiz*) com o propósito final de uma visão geral de todo o conteúdo cadastrado no aplicativo.

Imagens: com a finalidade de ilustrar as espécies que estão presentes na região norte do Piauí, provocando maior aproximação entre aluno e planta.

Jogos: do tipo “*quiz*” - jogo de perguntas e respostas, no qual o aluno pode testar seus conhecimentos de forma interativa e divertida. Este funcionará da seguinte forma: cada pergunta valerá 1 ponto e seu objetivo será com que o participante tente acertar as questões ordenadas, clicando nas alternativas que este considerar correta. Ao final do *quiz* aparecerá o resultado e o gabarito.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aplicativo “Botânica Simplificada” foi criado e está lançado nas lojas oficias de aplicativos: *Google Play Store* - loja oficial de aplicativos para o sistema operacional *Android* e *App Store* - loja oficial de aplicativos para o sistema operacional *iOS* e *iPadOS* da *Apple*.

Na figura 1 está representado o local onde foi feita a escolha, montagem e combinações dos elementos para formar o *layout*-base do aplicativo*.* Foi utilizado o programa de edição e vetorização *CorelDraw*-Versão 2020, para manipulação dos objetos que compõem cada cena do aplicativo*.* Após a aprovação de cada cena os arquivos foram manipulados em outro programa de desenvolvimento.
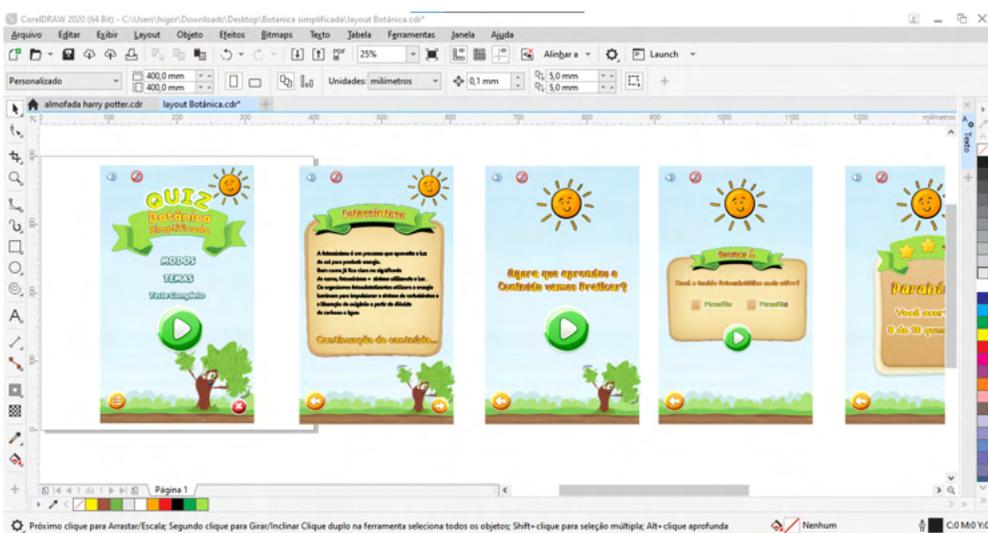
Figura 1. Plataforma *Unity*, onde foi feito a escolha, montagem e combinações dos elementos para formar o *layout*.

Fonte: Autoria própria (2022).

Utilizando o aplicativo de programação *Unity Personal*, os elementos foram organizados para compor a primeira cena do aplicativo, onde é feita a alocação de texturas, objetos e fontes que formam a estrutura do *App* (Figura 2).
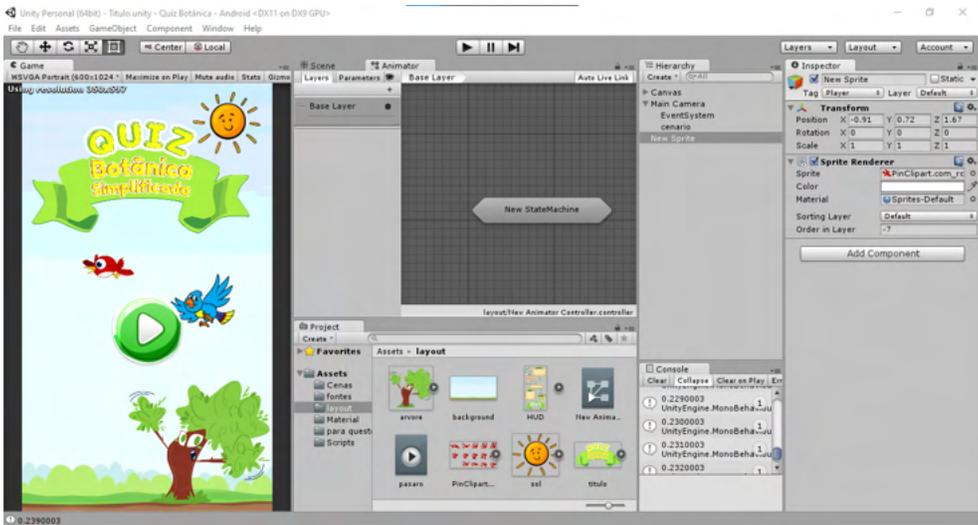
Figura 2. Exemplo de organização dos elementos para criar a primeira cena do aplicativo.

Fonte: Autoria própria (2022).

A figura 3 representa a área de desenvolvimento da segunda página do *App* onde abriga as opções de “Flora Nativa”, “Conteúdo Teórico” e “Glossário”, possibilitando ao usuário escolher onde quer percorrer primeiramente.

Figura 3. Aba inicial indicando os principais caminhos a percorrer no aplicativo.

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao ingressar pela pasta “Flora Nativa”, o usuário se depara com subpastas que categorizam as plantas pelo hábito: ervas, lianas, arbustos e árvores. Ao selecionar uma delas, aparecerá a foto da planta e suas características morfológicas como demonstrado na Figura 4.

Figura 4. Imagem ilustrativa da organização de uma planta.

Fonte: Autoria própria (2022).

Na área principal, ao optar por entrar na pasta Conteúdo Teórico, o aluno encontra uma aba contendo subáreas da Botânica que são exploradas no aplicativo (Figura 5).

Figura 5. Imagem ilustrativa da organização do conteúdo em subáreas.

Fonte: Autoria própria (2022).

Logo depois, o aluno escolhe qual área deseja testar seus conhecimentos. Inicialmente, aparecerá um breve texto acerca do tema (Figura 6), para em seguida vir as questões dos *quiz* (Figura 7). Cada questão contém duas alternativas (uma correta e outra falsa).

a

b

Figura 6. **a.** Área inicial do *quiz*, breve texto introdutório acerca do assunto. **b.** Exemplo de uma questão presente no *quiz*.

Fonte: Autoria própria (2022).

Em seguida, ao finalizar o *quiz*, surge a quantidade de acertos e a nota atingida de acordo com o desempenho do aluno ao responder as questões (Figura 7). Após isso, surge o gabarito.

Figura 7. Demonstração da página do *quis* que contém a quantidade de acertos e a nota.

Fonte: Autoria própria (2022).

Durante o treinamento com as questões, caso o aluno sinta necessidade de saber o significado de uma determinada palavra, ele pode voltar à página inicial e consultá-la dentro da pasta “Glossário” (Figura 9). As palavras estão organizadas em ordem alfabética.
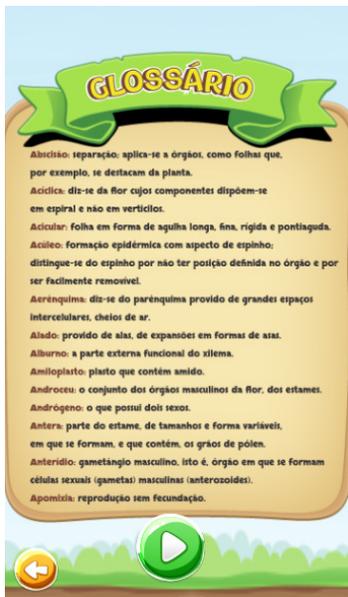
Figura 8. Exemplo de palavras que compõe o glossário.

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao final, para começar a funcionar, o aplicativo foi levado para a página de desenvolvimento dos comandos, onde foi utilizado a língua de programação C#, (uma linguagem de programação orientada a objetos, que foi desenvolvida pela *Microsoft* e faz parte da plataforma .NET.). Nesta página são desenvolvidos todos os comandos do jogo, dando funcionalidade aos objetos como: botões, cenário, *layout*, etc., tornando o jogo intuitivo e interativo.

Para Matos et al*.* (2015), uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos professores ao ensinar Botânica é preparar as aulas que aproximem o conteúdo à realidade do aluno. Copetti e Canto-Dorow (2019) ressaltam que é preciso que haja conscientização dos professores de que o ensino de botânica não precisa se prender apenas às informações contidas nos livros didáticos, mas necessita de diferentes recursos didáticos que possam ser utilizados durante as aulas, tornando-as mais atraentes e motivadoras.

Dentre os recursos, Rocha et al*.* (2021) comentam que a presença das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) sempre caminharam juntas com a educação. Lai et al*.* (2013) ressaltam que dentre os vários recursos tecnológicos para o ensino de Botânica destaca-se os aplicativos educacionais.

Silva (2018) defende que o uso de tecnologia por meio dos aplicativos estimula a participação do aluno de forma dinâmica em sala, potencializando o seu aprendizado e o trabalho em equipe, além de ser uma fonte de conhecimento para estudos fora da escola, pois pode auxiliar o aluno na preparação teórica para exames e avaliações posteriores,

sendo mais interativo e dinâmico do que a simples leitura das anotações pessoais ou do livro didático.

Paralelamente, Nichele e Schlemmer (2014), destacam que o uso destas ferramentas em educação pode ampliar as possibilidades de abordagens na prática de ensino, e principalmente, quando por meio de estratégias de ensino bem planejadas, elevar a efetividade do processo.

Vieira e Sabbatini (2018) ressaltam que a abordagem das novas mídias direcionadas para o ensino de botânica, em sala de aula, tem a intencionalidade de preencher as lacunas quanto à visibilidade desse conteúdo, pois permite uma rápida interação professor/aluno/conteúdos, abrindo margem para novas significações.

Diante disso, cabe destacar que a introdução de *Apps* na educação formal não significa a substituição do profissional docente por estes programas utilitários, mas sim a inserção de um novo recurso didático no ensino (SOAD et al., 2017).

4 I CONCLUSÃO

Com a aplicação e avaliação do aplicativo e tomando por base o que a literatura expressa, é visível a importância desta proposta para as escolas (educadores e educandos), pois assim, os temas poderão ser trabalhados de forma lúdica, mais dinâmica, completa e com uma metodologia atrativa para os usuários, que por vezes são explicados em um único parágrafo nos livros didáticos, eximindo informações importantes.

Este é o primeiro aplicativo com este conteúdo desenvolvido no Estado do Piauí e um dos poucos na região Nordeste. Acredita-se que este produto também trará uma maior proximidade entre o aluno e parte do conteúdo de Botânica, pois os alunos terão um maior contato com o conteúdo apresentado, de forma dinâmica e interativa. Cabe destacar que a introdução de *Apps* na educação formal não significa a substituição do profissional docente por estes programas utilitários, mas sim a inserção de um novo recurso didático e/ou lúdico no ensino.

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. B. **Biologia moderna**. 3. º ano. São Paulo: Moderna, 2016.

ARRUDA, S. M; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. *In*: Pesquisas em ensino de ciências e matemática. Série: **Ciências & Educação**, n. 3, Bauru, São Paulo, 1996.

BUENO, R.; MACEDO, T. **Inspire Ciências**: 7º ano. 1. ed. São Paulo: FTD, 2018.

CANTO, E. L.; CANTO, L. C. **Ciências naturais**: aprendendo com o cotidiano 6º ano. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

CARNEIRO, J. F. **Levantamento e análise de aplicativos para Dispositivos móveis, que possam ser utilizados no Ensino de biologia, nos conteúdos anatomia e fisiologia Humana**. 2019. 25 f. Monografia (Especialização) – Curso de Inovação e Tecnologias na Educação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

CARNEVALLE, M. R. **Araribá mais**: Ciências 7º ano. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2018.

COPETTI, C.; CANTO-DOROW, T. S. Botany Teaching: an overview of academic research in Brazil from 2002 to 2017. **Acta Scientiae**, v. 21, n. 3, p. 155-169, 2019.

GAUDÊNCIO, J. S.; RODRIGUES, S. P. J.; MARTINS, D. R. Indígenas brasileiros e o uso das plantas: saber tradicional, cultura e etnociência. **Khronos**, n. 9, p. 163-182, 2020.

JUSTINA L. A. D.; FERLA, M.R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **ArqMudi**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

LAI, H. C.; CHANG, C. Y.; WEN-SHIANE, L.; FAN, Y. L.; WU, Y. T. (2013). The implementation of mobile learning in outdoor education: Application of QR codes. **British Journal of Educational Technology**, v. 44, n. 2, p. E57-E62, 2013.

LEMOS, J. R. (org.) **Botânica na escola**: Enfoque no processo de ensino e aprendizagem. Curitiba: CRV, 2016. 146p.

LORENZETTI, L. **Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais**. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciência). Departamento de Educação do Centro de Ciências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER. F.; PACCA, H. **Biologia hoje**: ensino médio. v. 3. São Paulo: Ática, 2016.

LUNA, A. A. O uso da tecnologia digital da informação e comunicação como ferramenta didática para o ensino de biologia celular no ensino médio. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 2, n. 4, p. 1-12, 2021.

MALCHER, M. A.; COSTA, L. M.; LOPES, S. C. Comunicação da Ciência: diversas concepções de uma mesma complexidade. **Animus-Revista Interamericana de Comunicação Midiática**, v. 12, n. 23, p. 59-84, 2013.

MATOS, G. M. A.; MAKNAMARA, M.; MATOS, E. C. A.; PRATA, A. P. N. Recursos didáticos para o ensino de botânica: uma avaliação das produções de estudantes em universidade sergipana. **Holos**, v. 5, p. 213-230, 2015.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p.1-9, 2014.

PIMENTEL, R.G.; BRAZ, D.M.; FILHO, P.G.; GEVÚ, K.V.; SILVA, I.A.A. **Morfologia de Angiospermas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2017. 224p.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G**. Por que os alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinado**, [s.l.] [s.n], 2009. p. 14-28.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 856p.

ROCHA, I. S.; ANDRADE. T. E. G.; CALVANTI, A. L. L. A.; COSTA, M. F. BIO V: aplicativo para o ensino de botânica nas escolas do campo. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e040-e040, 2021.

SALGADO, M. T. S. F.; GAUTÉRIO, V. L. B. A tecnologia digital potencializando o ensino de biologia celular: a utilização do blog aliado ao canva. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 42, p. 156-170, 2020.

SANTOS, L. C. M.; SANTANA, L. C. O Uso de recursos didáticos no processo de aprendizagem nas aulas de Ciências do 8° ano do Colégio Aricio Fortes. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE. 4. 2010. **Anais** [...] 2010.

SILVA, A. B. **Aplicativos educacionais: recursos pedagógicos para o ensino de botânica no ensino médio**. 2018. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2018.

SILVA, P. G. P. **O Ensino da Botânica no Nível Fundamental**: um enfoque nos procedimentos metodológicos. Bauru: UNESP, 2008. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência), Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

SOAD, G. W.; FIORAVANTI, M. L.; FALVO, V.; MARCOLINO, A.; DUARTE FILHO, N. F.; BARBOSA, E. F. Reqml-catalog: The road to a requirements catalog for mobile learning applications. *In*: **2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2017. p. 1-9.

SOARES, A. C.; MAUER, M. B.; KORTMANN, G. L. Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: possibilidades e desafios em Canoas-RS. **Revista Educação, Ciência e Cultura, Canoas**, v. 18, n. 1, jan. /jun. 2013.

SOUZA, V.C.; FLORES, T.B.; LORENZI, H. **Introdução à Botânica** – Morfologia. Nova Odessa: Editora Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2013. 223p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre : Artmed, 2017.

TOWATA, N.; URSI, S.; SANTOS, D. Y. A. C. Análise da percepção de licenciandos sobre o “Ensino de Botânica na Educação Básica”. **Revista da SBenBio**, v. 3, n. 1, p. 1603-1612, 2010.

VIEIRA, A. C. G. O.; PINHEIRO, M. G.; BONIN, C. R. B.; NOVAES, G. M. Desenvolvimento de um Aplicativo de Realidade Aumentada para o Auxílio do Ensino de Biologia no Ensino Fundamental e Médio. **META**, v. 1, n.1, p. 260-265, 2016.

VIEIRA, S. S.; SABBATINI, M. A produção de vídeos digitais no contexto da Folkcomunicação científica e tecnológica: construção do conhecimento contextualizado, participação e cultura popular no ensino de ciências. **Revista Internacional de Folkcomunicação**, v. 15, n. 35, p. 48-62, 2018.

CAPÍTULO 3

ENCAPSULAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE BREU-BRANCO (*Protium heptaphyllum*) POR GELIFICAÇÃO IÔNICA PARA POTENCIAIS APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS

Data de aceite: 03/10/2022

Thaysa de Sousa Reis
Universidade Federal do Pará – Faculdade de Biotecnologia – Grupo de Desenvolvimento Tecnológico em Biopolímeros e Biomateriais da Amazônia
Belém – Pará
http://lattes.cnpq.br/3720977704031983

Marcele Fonseca Passos
Universidade Federal do Pará – Faculdade de Biotecnologia – Grupo de Desenvolvimento Tecnológico em Biopolímeros e Biomateriais da Amazônia
Belém – Pará
http://lattes.cnpq.br/0588450144351187

RESUMO: O Brasil é detentor de uma grande quantidade de compostos bioativos encontrados em sua flora, principalmente, na região amazônica. Uma das espécies vegetais, de interesse, é a *Protium heptaphyllum*, popularmente conhecida como breu-branco. Esta espécie é alvo de estudos importantes, em função das propriedades medicinais oriundas dos compostos fenólicos presentes na composição química do seu óleo essencial. Contudo, os óleos essenciais possuem alta instabilidade e volatilidade. E, essas características podem ser contornadas pela técnica de encapsulamento. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo encapsular o óleo essencial de breu-branco por gelificação iônica, e produzir cápsulas deste óleo para potencial uso biotecnológico. O óleo foi extraído da resina do *Protium heptaphyllum* por hidrodestilação. A caracterização química foi investigada por cromatografia gasosa. As cápsulas foram avaliadas em termos de homogeneidade e esfericidade, pela variação da concentração do alginato, do cloreto de cálcio e da altura de gotejamento. Resultados mostraram o *p*-cimeno como composto majoritário da espécie de interesse, e uma produção de cápsulas de alginato / breu-branco com formato esférico e boa flexibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: *Protium heptaphyllum*; óleo essencial; encapsulação; gelificação iônica.

ENCAPSULATION OF BREU-BRANCO (*Protium heptaphyllum*) ESSENTIAL OIL BY IONIC GELATION FOR POTENTIAL BIOTECHNOLOGICAL APPLICATIONS

ABSTRACT: Brazil has a large number of bioactive compounds found in its flora, mainly in the Amazon region. One plant species of interest is Protium heptaphyllum, known as breu-branco. This species is the subject of important studies due to the medicinal properties arising from the phenolic compounds present in the chemical composition of its essential oil. However, essential oils have high instability and volatility. And these characteristics can be circumvented by the encapsulation technique. Because of this, this work aimed to encapsulate the pitch-white essential oil by ionic gelation and produce capsules of this oil for potential biotechnological use. The oil was extracted from the resin of Protium heptaphyllum by hydrodistillation. Chemical characterization was investigated by gas chromatography. The capsules were

evaluated concerning homogeneity and sphericity by varying alginate concentration, calcium chloride, and drip height. Results showed p-cymene as the major compound of the species of interest and the production of alginate / pitch-white capsules with spherical shape and good flexibility.
KEYWORDS: *Protium heptaphyllum*; essential oil; encapsulation; ionic gelation.

1 I INTRODUÇÃO

O Brasil é detentor de uma grande quantidade de compostos bioativos encontrados em sua flora. Dentre essa riqueza, está a espécie vegetal *Protium heptaphyllum*, que é conhecida popularmente como almecega, breu-branco, goma-limão, entre outros, sendo uma planta comum na região amazônica, mas também podendo ser encontrada em regiões do Ceará, Bahia e Piauí (CITÓ et al., 2020; FURTADO, 2018). Esta espécie apresenta grande interesse econômico e exploratório para diversos fins, devido, principalmente, à resina oleosa, que é liberada através da casca. Esta resina é utilizada na medicina popular para o tratamento de pele, como no caso de úlceras, analgésico, anti-inflamatório e também como incenso e repelente pelo seu cheiro característico (CITÓ et al., 2020; SILVA et al., 2021). Além disso, a partir dessa resina, é possível obter o óleo essencial, que é advindo do metabólito secundário das plantas, rico em triterpenos e demais substâncias, sendo de interesse para o mercado brasileiro, visto sua larga exportação de diferentes óleos essenciais (MARQUES et al., 2010).

Os óleos essenciais são compostos voláteis que podem ser constituídos por álcoois, ésteres, hidrocarbonetos terpénicos, cetonas e outros (CITÓ et al., 2020; LAI et al., 2007). Mas, alguns aspectos influenciam na composição dos óleos essenciais, como a origem botânica, o quimiotipo, o ciclo vegetativo e, algum tipo de estresse. Dessa forma, mesmo que sejam da mesma espécie, as plantas podem apresentar diferentes constituição química (FURTADO, 2018; SILVA, 2006). Estudos feitos por MARQUES et al. (2010) em espécies de *Protium heptaphyllum*, diferindo apenas sua subespécie, encontraram um total de 32 compostos, a maioria monoterpenos. Em uma subespécie foi predominante o composto terpinoleno e, em outra, o composto p-cimeno. Em contrapartida, estudos realizados por CITÓ et al. (2020) demonstraram que o óleo essencial de *Protium heptaphyllum* apresentou grande quantidade de limoneno e eucaliptol. Os componentes dos óleos essenciais, contudo, apresentam propriedades primordiais para aplicação nas áreas médica, industrial e cosmética, manifestando atividade antimicrobiana, antifúngica e, antioxidante (LAI et al., 2007; YILMAZTEKIN et al., 2019). Por outro lado, os óleos essenciais apresentam alta instabilidade e volatilidade. Além de sua fácil oxidação, são lipossolúveis e arrastados através de vapor de água (FERNANDES et al., 2014; KÖPP, 2020; SILVA, 2006).

Vários métodos e técnicas podem ser utilizados para encapsular os óleos essenciais, a fim de permitir a sua estabilização, proteção e funcionalização. (TRUONG; NGUYEN; TRUONG, 2021). A microencapsulação é constituída pela implementação da substância

de interesse revestida por uma parede de proteção, ou em uma matriz que permita a produção de partículas. Nesse ponto de vista, matrizes poliméricas são importantes carreadores desenvolvidos por esta técnica (GALLO, 2019; SANGSUWAN; SUTTHASUPA, 2019). Cápsulas podem ser obtidas por métodos físicos, como o spray drying; químico, através de dispersão e polimerização interfacial; ou físico-químico, como coacervação e gelificação iônica. Contudo, a técnica de obtenção das cápsulas depende do material que será encapsulado, tamanho e aplicação. No caso dos óleos essenciais é de interesse trabalharmos com gelificação iônica e coacervação complexa (FERNANDES et al., 2014; GALLO, 2019).

O alginato é um polímero natural com características biodegradáveis, biocompatíveis e não tóxico, sendo considerado até de maior acessibilidade pelo preço do material (FERNANDES et al., 2014; KOKINA et al., 2019; PARIS et al., 2020). Além disso, tem a capacidade de formar géis em presença de cátions divalentes, por ser um polímero aniônico. O processo de gelificação iônica com o alginato ocorre por meio da interação do “bloco G” e do cátion divalente, como presente no cloreto de cálcio (Ca^{2+}) (FERNANDES et al., 2014; SANGSUWAN; SUTTHASUPA, 2019). Estudos realizado por KOKINA et al., (2019) observaram a eficiência de encapsulação de vários óleos essenciais em cápsulas de alginato para aplicação na indústria alimentícia. Os resultados se mostraram promissores para a finalidade. Pesquisas realizadas por PARIS et al., (2020) elaboraram cápsulas de alginato incorporadas com óleo essencial de canela, tendo alta taxa de eficiência de encapsulação de compostos voláteis e atividade antifúngica. Nesse sentido, o trabalho realizado por Radunz (2017) encapsulou óleo essencial de cravo-da-Índia como potencial antimicrobicida para controle microbiológico em alimentos, a fim de substituir conservantes químicos.

Portanto, em vista da notoriedade do potencial de aplicação do óleo essencial de breu-branco (*Protium heptaphyllum*), em diversas áreas, faz-se necessário buscar e avaliar métodos de entrega dos compostos bioativos presente no mesmo, capacitando, ainda mais, a relevância no mercado e o uso sustentável da biodiversidade brasileira. Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo extrair o óleo essencial de *Protium heptaphyllum* e caracterizá-lo em termos da composição química, para posterior encapsulamento. Além disso, foram avaliadas as variáveis do processo e produzidas as cápsulas de breu-branco, via gelificação iônica.

2 | PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Materiais

Alginato de sódio e cloreto de cálcio foram obtidos da Sigma-Aldrich; Tween 80 foi obtido da Êxodo Cientifica; seringas e agulhas de 22 e 30 gaules foram adquiridas em uma loja revendedora de produtos hospitalares (Belém, PA). A resina de breu branco foi doada

pela empresa Citróleo Group.

2.2 Métodos

2.2.1 Extração do óleo essencial da resina de Protium heptaphyllum

A extração do óleo essencial foi realizada pelo método de hidrodestilação, utilizando aparelho do tipo Clevenger, com duas abordagens: (1) a resina foi macerada, e o pó obtido foi peneirado a 35 mesh, e (2) o pó foi submetido à extração sem ser peneirado. Para ambas as metodologias, o material (pó) foi submetido à extração, na razão de 1:6 (resina em pó:água destilada). A temperatura utilizada na extração foi mantida em torno de, aproximadamente, 110ºC, com tempo de extração de 2 horas.

2.2.2 Caracterização do óleo essencial

2.2.2.1 Rendimento do óleo essencial

A porcentagem de rendimento do óleo essencial foi calculada conforme Equação (1), adaptada de MENEZES FILHO et al., (2020).

Equação 1 - Rendimento do óleo essencial.

$$r\,(\%) = \frac{(\text{massa do óleo essencial}) \times 100}{(\text{massa da amostra})}$$

2.2.2.2 Análise cromatográfica

A composição química do óleo essencial de breu-branco, obtido pela abordagem peneirada e não-peneirada, e de um óleo comercial, foi analisada no Laboratório Adolpho Ducke (LAD), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), por cromatografia de fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), em sistema Shimadzu QP Plus-2010, equipado com coluna capilar de sílica DB-5MS (30 m x 0,25 mm; 0,25 m de espessura do filme). As seguintes condições operacionais foram utilizadas: hélio como gás de arraste, em velocidade linear de 36,5 cm/s; sem divisão de fluxo (2 µL de óleo em 1mL de hexano); temperatura do injetor de 250ºC, programa de temperatura de 60-250 °C, com gradiente de 3 °C.min^{-1}; e temperatura da fonte de íons e outras partes a 220 °C. O filtro de quadrupolo foi varrido na faixa de 39 a 500 daltons a cada segundo. A ionização foi obtida pela técnica de impacto eletrônico a 70 eV. A identificação dos componentes voláteis foi baseada no índice de retenção linear (IR), calculado em relação aos tempos de retenção de uma série homóloga de *n*-alcanos injetados nas mesmas condições das análises, e no padrão de fragmentação observados nos espectros de massas, por comparação destes com amostras

autênticas, existentes nas bibliotecas do sistema de dados e da literatura.

2.2.3 Avaliação dos parâmetros de encapsulamento e produção das cápsulas de breu-branco

Três parâmetros foram avaliados para o encapsulamento do óleo essencial de breu-branco: concentração de alginato de sódio (polímero), concentração de cloreto de cálcio (agente de reticulação) e altura de deposição da solução (altura da agulha), conforme Tabela 1.

Parâmetros analisados		
Concentração de alginato de sódio (m/v)	Concentração de cloreto de cálcio (m/v)	Altura da agulha em relação a solução gelificante (cm)
1,0%	0,50%	20
1,50%	1,0%	7
2,0%	4,0%	3

Tabela 1 – Parâmetros analisados para o encapsulamento do óleo essencial de breu-branco.

A solução de alginato de sódio foi preparada a 70ºC, até completa solubilização do polímero, sob agitação magnética. Tween 80, a 1% (v/v), foi adicionado em seguida. O óleo essencial de breu-branco, 1% (v/v), foi acrescentado, e a mistura foi mantida em agitação magnética por 45 minutos. Para a formação das cápsulas, a solução de cloreto de cálcio ($CaCl_2$) foi adicionada lentamente à solução de alginato / óleo essencial, usando agulhas de 22 e 30 gaules. O processo de cura (reticulação) perdurou por 10 minutos (permanência das cápsulas em $CaCl_2$). Após esse processo, as cápsulas foram retiradas e lavadas com 200ml de água destilada, sendo secas, em seguida, à temperatura ambiente por 30 minutos. A ilustração do processo de produção das cápsulas por meio da gelificação iônica pode ser visualizado na Figura 1.
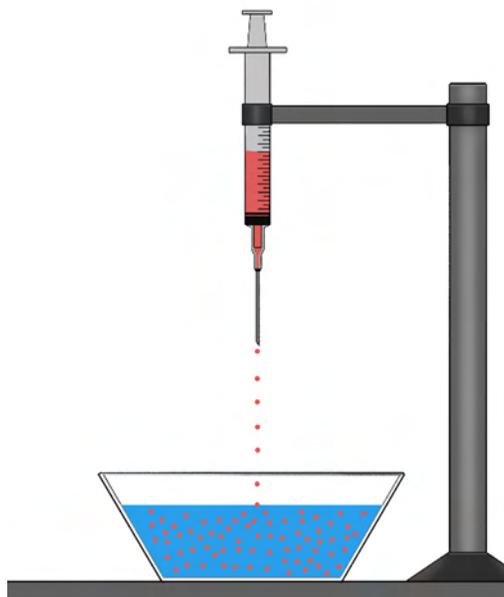
Figura 1 - Ilustração do processo de encapsulamento do óleo essencial por gelificação iônica.

Fonte: Autora do texto.

3 I RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Porcentagem de rendimento e composição química do óleo essencial de breu-branco

Os rendimentos de extração obtidos da resina de breu-branco peneirada e não peneirada foram de 0,86% e 1,16%, respectivamente. Os valores estão de acordo com os resultados obtidos por MOBIN et al. (2017) e F et al. (2021). Na Tabela 2, tem-se a composição química dos óleos essenciais (peneirado, não-peneirado e comercial). No total, 18 constituintes foram identificados. Observou-se 7 compostos no óleo essencial comercial, 14 compostos no óleo essencial não peneirado e 12 compostos no óleo essencial peneirado.

Composto	Breu-branco comercial (%)	Breu-branco não peneirado (%)	Breu-branco peneirado (%)
p-Cimeno	**50,38**	**39,01**	**52,07**
Linalol		1,32	1,33
β-Falandreno		3,2	
α-Pineno	**27,27**	2,51	2,94
Terpinen-4-ol		**15,38**	**4,1**
3-*p*-Menteno		**7,36**	**12,77**
trans-di-hidro-α-Terpineol	2,66		2,02
Sabineno		**5,75**	
Mirceno		4,06	3,81
β-Pineno	1,75	3,81	3,35
Y-Terpineno		4,04	
1,8-Cineol		3,68	3,12
cis-Pinano	1,11		
Mircenol		3,43	2,08
α-Falandreno	**3,54**		
p-Cimen-8-ol			1,22
hidrato de *cis*-Sabineno		2,11	
1-*p*-Menteno	**8,86**		**4,76**
Total	**95,57**	**98,86**	**93,57**

Tabela 2 - Composição química dos óleos essenciais de breu-branco estudados (comercial, peneirado e não-peneirado).

No óleo essencial comercial, os principais constituintes foram o *p*-cimeno (50,38%), *α*-pineno (27,27%), 1-*p*-menteno (8,86%) e o *α*-falandreno (3,54%). No óleo essencial não peneirado foi observado, majoritariamente, o *p*-cimeno (39,01%), além do terpinen-4-ol (15,38%), 3-p-menteno (7,36%) e sabineno (5,75%). O óleo essencial peneirado apresentou, predominantemente, os seguintes constituintes: *p*-cimeno (52,07%), 3-*p*-menteno (12,77%), 1-*p*-menteno (4,76%) e terpinen-4-ol (4,1%). Os resultados estão em concordância com dados da literatura, como observado por MARQUES et al. (2010). LIMA et al. (2016) também registrou a presença do composto *p*-cimeno variando entre 26,66-38,08%. ALBINO et al. (2017) caracterizou resinas de *Protium heptaphyllum* envelhecidas, e os resultados mostraram uma variação do *p*-Cimeno de 18,7- 43%. A alta concentração deste composto, como constituinte majoritário, por sua vez, é uma característica relevante na espécie *Protium heptaphyllum* (BALAHBIB et al., 2021). O

p-cimeno é um monoterpeno monocíclico (Figura 2), e é alvo de vários estudos sobre bioatividade. Além disso, é considerado como "*Generally Recognized as Safe*" (Geralmente Reconhecido como Seguro) pela Administração de Alimentos e Medicamentos dos Estados Unidos (BURDOCK; CARABIN, 2004; TIAN et al., 2018).
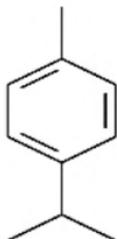
Figura 2 - Estrutura do *p*-cimeno, principal constituinte do óleo essencial de *Protium heptaphyllum*.

Fonte: Adaptado de MOBIN et al. (2017).

OLIVEIRA et al. (2015), em contrapartida, avaliou a capacidade antioxidante do *p*-cimeno *in vivo* no hipocampo de ratos, resultando em um promissor neuroprotetor. SHARIFI-RAD et al. (2018) analisou o potencial antiviral desse composto contra o vírus da Herpes simples, tipo 1, em linhagem celular Vero, o qual foi capaz de inibir a replicação viral a uma concentração menor que 0,1%. Além disso, TIAN et al. (2018) estudou a atividade antiaflatoxigênica do *p*-cimeno contra *Aspergillus flavus*, apresentando atividade antifúngica e antiaflatoxigênica. Este resultado foi interessante para o estudo com os alimentos, que, frequentemente, são acometidos por aflatoxinas. Tais substâncias são classificadas como cancerígenas do grupo 1 pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) (TIAN et al., 2018).

O composto terpinen-4-ol também foi encontrado em quantidade elevada nos óleos essenciais extraídos, contendo diversas funcionalidades. LI et al. (2021) avaliou a qualidade de morangos tratados com terpinen-4-ol durante o armazenamento, no qual foi possível perceber que o terpinen-4-ol regula o metabolismo da sacarose e a biossíntese de antocianinas, ambos importantes para a manutenção da qualidade da fruta. CORDEIRO et al. (2020) estudou a atividade antibacteriana e antibiofilme em *Staphylococcus aureus* (provavelmente interferindo na síntese celular da parede bacteriana). Os resultados confirmaram as atividades antibacteriana e antibiofilme, embasando possíveis trabalhos farmacológicos. Em contrapartida, a concentração de 27,27% do composto *α*-pineno, encontrado no óleo essencial comercial, pode sugerir uma possível adulteração, como reportado por SILVA et al. (2013). A presença do *p*-cimeno pode estar atrelada a conversão de terpenos cíclicos como o pineno (RAMOS et al., 2000). É importante destacar que a idade de uma resina influencia na composição química do óleo essencial. Então, vê-se com

os resultados apresentados, que o óleo essencial não peneirado apresentou a presença de constituintes químicos de interesse comercial, além da presença do sabineno, com potencial atividade antifúngica e anti-inflamatória, além de aplicável como aromatizante e aditivo para perfumes, industrialmente (CAO et al.; 2018).

3.2 Avaliação dos parâmetros de encapsulamento e produção das cápsulas de breu-branco

Diferentes concentrações da solução de alginato foram testadas: 1,0%, 1,5% e 2,0% (m/v) (Tabela 1). Utilizou-se, aqui, uma agulha de 22 gaules e cloreto de cálcio a 4% (m/v), além de um corante para melhor visualização das cápsulas formadas, conforme Figura 3.
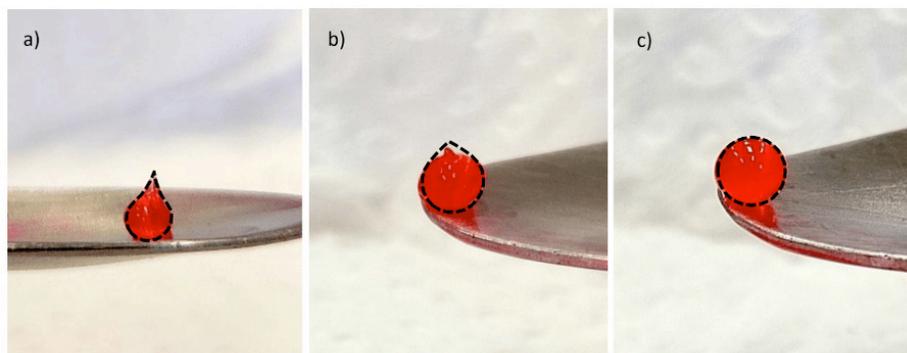
Figura 3 - Imagens das cápsulas com diferentes concentrações de alginato: a) 1,0 % (m/v); b) 1,5% (m/v) e c) 2,0% (m/v), produzidas com agulha de 22 gaules.

Fonte: Autora do texto

As cápsulas produzidas com alginato a 1,0% (m/v) apresentaram formatos de gota, com a base curva e uma ponta acentuada na extremidade oposta (Figura 3a). Com o aumento da concentração deste polímero (1,5% m/v), tal característica foi suavizada, como pode ser visto na Figura 3b. Cápsulas alongadas e ovais foram, então, produzidas. Na concentração de 2% (m/v), as cápsulas se mostraram regulares e com formato esférico (Figura 3c). Portanto, a concentração de alginato e, consequentemente, a viscosidade da solução são variáveis importantes na morfologia macroscópica das cápsulas. Esses parâmetros podem estar relacionados com o número de Ohnesorge (Oh), que leva em consideração as propriedades do líquido com a força viscosa e a tensão superficial, a fim de avaliar de forma adimensional a deformação das gotas (TAI et al. 2008). CHAN et al. (2009) identificou que quando a solução apresenta $Oh < 0,24$, cápsulas de alginato apresentam formas de gota e/ou uma cauda curta como mostrado nas Figuras 3a e 3b. Em concordância, o trabalho realizado por PASQUALIM et al. (2020) avaliou a mudança na concentração do alginato de sódio e sua relação com a estrutura das cápsulas. Como resultado, os autores demonstraram que baixas concentrações de alginato (0,5% m/m),

produziram cápsulas menos homogêneas. Em contrapartida, o aumento da concentração favorecia a homogeneidade e a esfericidade dos materiais.

Outro fator estudado, foi a concentração da solução de cloreto de cálcio: de 0,5 a 4% (m/v), na concentração de alginato a 2% m/v. Observou-se a influência deste parâmetro sob a resistência à pressão manual das cápsulas. As cápsulas gelificadas em baixas concentrações de cloreto (0,5 e 1% m/ v) se mostraram mais flexíveis e com maior facilidade ao rompimento manual, quando comparadas às cápsulas produzidas com 4% m/v de cloreto. Considerando que as cápsulas de alginato são formadas pela interação entre os íons presentes no cloreto de cálcio e as estruturas do ácido α-L-gulurônico - modelo "eggbox", elevada concentração do agente reticulante ($CaCl_2$) favorece a presença das redes de reticulação física. Consequentemente, isso acarreta maior rigidez das cápsulas (CHAI et al. 2004). O trabalho de FARIA (2013) também mostrou que com o aumento da concentração do cloreto de cálcio, houve um aumento da força de compressão e da espessura da película que forma a matriz da cápsula, de forma similar ao encontrado neste trabalho.

Outrossim, a altura do gotejamento também se torna um parâmetro importante no encapsulamento. A uma altura de 20 cm acima da solução gelificante, as cápsulas apresentaram formatos irregulares e bastante achatados. Estudo realizado por CULPI et al. (2020) demonstrou que distâncias maiores geram deformações mais acentuadas nas cápsulas, ao passo que, uma distância menor de gotejamento ocasiona cápsulas agregadas e irregulares. Ademais, um dos critérios para que as cápsulas permaneçam esféricas após se chocar com a solução gelificante, é que a gota da solução de alginato tenha a capacidade de romper a tensão superficial da solução, fato que depende da velocidade e da energia cinética da gota (DAVARCI et al. 2017). Assim, quando o gotejamento foi realizado a uma altura de 3 cm em relação ao banho gelificante, as cápsulas foram comprometidas por não terem condições para romper a tensão superficial do agente de reticulação. A 7 cm de distância, no entanto, foi possível a produção de cápsulas esféricas, homogêneas e regulares. O estudo desenvolvido por FUNDUEANU et al. (1999) estabelece que a altura do gotejamento seja a 6 cm do banho gelificante. Logo, o estudo dos parâmetros do processo mostrou resultados satisfatórios das seguintes condições: concentração de alginato a 2% m/v, cloreto de cálcio a 0,5 e 1% m/v, e distância da ponta da seringa a 7cm do banho gelificante. Com estes valores, foram produzidas, então, as cápsulas de alginato de sódio contendo óleo essencial de breu-branco. As cápsulas produzidas mantiveram formato esférico e flexibilidade em todos as concentrações de cloreto de cálcio. Com relação a coloração, as cápsulas permaneceram praticamente transparente após a adição do óleo essencial (cor amarelo pálido), e foram medidas para avaliar a diferença de tamanho proporcionada pelas agulhas, conforme Figura 4.
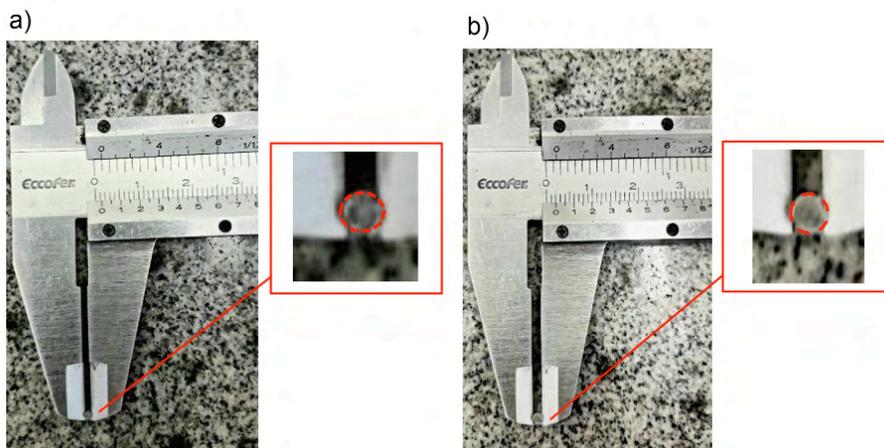
Figura 4 – Cápsulas de alginato contendo óleo essencial de breu-branco: a) agulha de 30 gaules e b) agulha de 22 gaules.

As cápsulas produzidas com a agulha de 30 gaules apresentaram diâmetro menor que 0,2 cm (Figura 4a). Por outro lado, as cápsulas produzidas com agulha de 22 gaules apresentaram diâmetro de 0,2 cm (Figura 4b). Essa desigualdade no tamanho das cápsulas está atrelada à diferença de diâmetro das agulhas. Mas, este parâmetro não influencia significativamente na conformação / morfologia das cápsulas.

4 | CONCLUSÃO

A partir dos dados expostos, verificou-se a influência da forma agregada da resina de breu branco (peneirada ou não peneirada) na porcentagem do rendimento de extração: 0,86% e 1,16%, respectivamente. Estes dados, no entanto, apresentaram valores de acordo com a literatura, para a espécie *Protium heptaphyllum*. Ademais, na análise da composição química do óleo essencial de breu-branco também foram observadas diferenças em termos da presença e do teor de compostos fenólicos nas amostras analisadas. O p-cimeno, porém, foi o componente majoritário em todas as amostras - característico da espécie. Outros constituintes de potencial interesse biotecnológico também foram detectados, como o terpinen-4-ol. No processo de produção das cápsulas, a altura de gotejamento, a concentração do agente de reticulação e do polímero se mostraram parâmetros importantes na homogeneidade e esfericidade das cápsulas. Os melhores resultados foram, respectivamente: 7 cm, 0,5 ou 1% m/v e 2% m/v. As cápsulas de alginato de sódio com óleo essencial de breu-branco apresentaram resultados satisfatórios: formato esférico e flexibilidade, com potencial uso para aplicações biotecnológicas.

REFERÊNCIAS

ALBINO, Rayane C. et al. **Oxidation of monoterpenes in Protium heptaphyllum oleoresins**. Phytochemistry, v. 136, p. 141-146, 2017.

BALAHBIB, Abdelaali et al. **Health beneficial and pharmacological properties of p-cymene**. Food and Chemical Toxicology, v. 153, p. 112259, 2021.

BURDOCK, George A.; CARABIN, Ioana G. **Generally recognized as safe (GRAS): history and description**. Toxicology letters, v. 150, n. 1, p. 3-18, 2004.

CAO, Yujin et al. **Biosynthesis and production of sabinene: current state and perspectives**. Applied microbiology and biotechnology, v. 102, n. 4, p. 1535-1544, 2018.

CITÓ, Antônia Maria das Graças Lopes et al. ÓLEO ESSENCIAL DE PROTIUM HEPTAPHYLLUM MARCH: COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTICOLINESTERÁSICA. *In*: CASTRO, Luis Henrique Almeida; PEREIRA, Thiago Teixeira; MORETO, Fernanda Viana de Carvalho (org.). Propostas, Recursos e Resultados nas Ciências da Saúde. Ponta Grossa: Editora Atena, 2020. p. 161-171. ISBN 978-65-5706-136-7.

CHAI, Yi et al. **Gelation conditions and transport properties of hollow calcium alginate capsules**. Biotechnology and bioengineering, v. 87, n. 2, p. 228-233, 2004.

CHAN, Eng-Seng et al. **Prediction models for shape and size of ca-alginate macrobeads produced through extrusion–dripping method**. Journal of colloid and interface science, v. 338, n. 1, p. 63-72, 2009.

CORDEIRO, Laísa et al. **Terpinen-4-ol as an Antibacterial and Antibiofilm Agent against Staphylococcus aureus**. International Journal of Molecular Sciences, v. 21, n. 12, p. 4531, 2020.

CULPI, T. A. et al. **Importância de parâmetros de controle na elaboração de micropartículas de Ca2+-alginato**. Visão Acadêmica, v. 11, n. 1, 2020.

DAVARCI, Fatma et al. **The influence of solution viscosities and surface tension on calcium-alginate microbead formation using dripping technique**. Food Hydrocolloids, v. 62, p. 119-127, 2017.

FARIA, Sara Filipa Fernandes. **Obtenção de esferas de alginato com centro líquido: desenvolvimento de novos produtos**. 2013. Tese de Doutorado.

FERNANDES, Iara Janaína et al. **Produção E Avaliação De Microcápsulas De Alginato Contendo Óleo Essencial De Casca De Laranja**. Eclética Química, v. 39, p. 164-174, 2014.

FUNDUEANU, Gheorghe et al. **Physico-chemical characterization of Ca-alginate microparticles produced with different methods**. Biomaterials, v. 20, n. 15, p. 1427-1435, 1999.

FURTADO, Fabiana Barcelos. **Caracterização química e atividades biológicas dos óleos essenciais de Protium heptaphyllum, Hedyosmum brasiliense, Blepharocalyx salicifolius, Baccharis dracunculifolia e Nectandra megapotamica**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista.

GALLO, Thais Cristina Benatti. **Transferência de massa e cinética de liberação de óleo essencial de orégano encapsulado pelos métodos de gelificação iônica e coacervação complexa**. 2019. Tese de Mestrado. Universidade Estadual Paulista.

KOKINA, Mariia et al. **Essential oil/alginate microcapsules; obtaining and applying**. Immunopathologia Persa, v. 5, p. 01-04, 2019.

KÖPP, Vinícius Valério. Óleo essencial de cravo encapsulado como microbicida natural. 2020. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LAI, Francesco et al. **Artemisia arborescens L essential oil loaded beads: preparation and characterization**. AAPS PharmSciTech, v. 8, n. 3, p. 126- 132, 2007.

LI, Zhenbiao et al. **Terpinen-4-ol treatment maintains quality of strawberry fruit during storage by regulating sucrose-induced anthocyanin accumulation**. Postharvest Biology and Technology, v. 174, p. 111461, 2021.

LIMA, Ewelyne Miranda de et al. **Essential oil from the resin of Protium heptaphyllum: chemical composition, cytotoxicity, antimicrobial activity, and antimutagenicity**. Pharmacognosy Magazine, v. 12, n. Suppl 1, p. S42, 2016.

MARQUES, Delcio Dias et al. **Chemical composition of the essential oils from two subspecies of Protium heptaphyllum**. Acta Amazonica, v. 40, p. 227-230, 2010.

MENEZES FILHO, Antonio Carlos Pereira de et al. **Composição química do óleo essencial das flores de Myrcia guianensis (Aubl.) DC**. Revista Cubana de Plantas Medicinales, v. 24, n. 4, 2020.

MOBIN, Mitra et al. **Gas Chromatography-Triple Quadrupole Mass Spectrometry Analysis and Vasorelaxant Effect of Essential Oil from Protium heptaphyllum (Aubl.) March**. BioMed Research International, v. 2017, 2017.

OLIVEIRA, Talita Mendes de et al. **Evaluation of p-cymene, a natural antioxidant**. Pharmaceutical biology, v. 53, n. 3, p. 423-428, 2015.

PARIS, M. J. et al. **Modelling release mechanisms of cinnamon (Cinnamomum zeylanicum) essential oil encapsulated in alginate beads during vapor-phase application**. Journal of Food Engineering, v. 282, p.110024, 2020.

PASQUALIM, P. et al. **Microcápsulas de alginato de cálcio e óleo vegetal pela técnica de gelificação** iônica: um estudo da capacidade de encapsulamento e aplicação dermatológica. Visão Acadêmica, v. 11, n. 1, 2020.

RAMOS, Mônica Freiman Souza et al. **Essential oils from oleoresins of Protium spp. of the Amazon region**. Flavour and Fragrance Journal, v. 15, n. 6, p. 383-387, 2000.

SANGSUWAN, Jurmkwan; SUTTHASUPA, Sutthira. **Effect of chitosan and alginate beads incorporated with lavender, clove essential oils, and vanillin against Botrytis cinerea and their application in fresh table grapes packaging system**. Packaging Technology and Science, v. 32, n. 12, p. 595- 605, 2019.

SHARIFI-RAD, Javad et al. **Antiviral activity of monoterpenes thymol, carvacrol and p-cymene against herpes simplex virus in vitro**. International Pharmacy Acta, v. 1, n. 1, p. 73-73, 2018.

SILVA, Erica Aparecida Souza. **Estudo analítico dos óleos essenciais extraídos de resinas das espécies Protium spp**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SILVA, Eduardo R. et al. **Essential oils of Protium spp. samples from Amazonian popular markets: chemical composition, physicochemical parameters and antimicrobial activity**. Journal of essential oil research, v. 25, n. 3, p. 171-178, 2013.

SILVA, Kennedy Lima da et al. **COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DA RESINA DE PROTIUM HEBETATUM DALY (BURSERACEAE)**. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological, v. 8, n. 2, p. 245-253, 2021.

TAI, Jiayan et al. **Control of droplet formation in inkjet printing using Ohnesorge number category: Materials and processes**. In: 2008 10th Electronics Packaging Technology Conference. IEEE, 2008. p. 761-766.

TIAN, Fei et al. **p-Cymene and its derivatives exhibit antiaflatoxigenic activities against Aspergillus flavus through multiple modes of action**. Applied Biological Chemistry, v. 61, n. 5, p. 489-497, 2018.

TRUONG, Vinh; NGUYEN, Phuong T.; TRUONG, Vy T. **The prediction model of nozzle height in liquid jet-drop method to produce Ca-alginate beads under microencapsulation process**. Journal of Food Process Engineering, v. 44, n. 4, p. 13663, 2021.

YILMAZTEKIN, Murat et al. **Characterisation of peppermint (Mentha piperita L.) essential oil encapsulates**. Journal of microencapsulation, v. 36, n. 2, p.109-119, 2019.

CAPÍTULO 4

EMPREGO DE ÁCIDO HIALURÔNICO COMO PREENCHEDOR LABIAL: REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 03/10/2022

Fabiana Peres da Rocha
Graduada em Enfermagem pelo Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos
Palmas-TO

Marta Fagundes Ribeiro
Graduada em Estética e Cosmética pelo Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos
Palmas-TO

Artigo apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Estética do Instituto de Excelência em Educação e Saúde, como requisito parcial à obtenção de título de especialista em Saúde e Estética.

RESUMO: Há um desejo crescente de aumentar esteticamente a expectativa de vida, interrompendo o envelhecimento natural cutâneo. Um meio consagrado na prática dermatológica na área da Harmonização Orofacial é o emprego do Ácido Hialurônico injetável, devido à sua alta biocompatibilidade pelo fato de ser uma substância natural presente no nosso organismo. Várias são as medidas e técnicas que o profissional deve adotar para o sucesso do procedimento a fim de evitar complicações e intercorrências. O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica da literatura atual em diversos artigos que abordam o tema, discorrer sobre os principais pontos do procedimento que envolvem os preenchedores faciais, bem como as possíveis causas de complicações e intercorrências.
PALAVRAS-CHAVE: Ácido Hialurônico; Envelhecimento; Orofacial; Intercorrência.

ABSTRACT: There is a growing desire to aesthetically increase life expectancy, interrupting the natural skin aging process. An established means in dermatological practice in the area of Orofacial Harmonization is the use of injectable Hyaluronic Acid, due to its high biocompatibility due to the fact that it is a natural substance present in our body. There are several measures and techniques that the professional must adopt for the success of the procedure in order to avoid complications and intercurrences. The present work aims to carry out a bibliographic review of the current literature in several articles that address the topic, to discuss the main points of the procedure involving facial fillers, as well as the possible causes of complications and intercurrences.
KEYWORDS: Hyaluronic Acid; Aging; Orofacial; Intercurrence.

1 | INTRODUÇÃO

A pele é o maior órgão do corpo humano e passa por um processo progressivo de envelhecimento cutâneo, suas funções fisiológicas normais passam por uma mudança morfológica e funcional que manifestam um gradativo e natural desequilíbrio estético e funcional no aspecto de cada indivíduo, considerando a genética e o estilo de vida de

cada indivíduo em sua particularidade (NELSON; COX, 2022).

Em razão do processo de envelhecimento, os contornos faciais em declínio tornam-se objeto de cirurgias plásticas na estética orofacial com o intuito de devolver volume e restauração.

O envelhecimento facial é um processo que decorre desde o plano ósseo até a disposição em que se encontra o tecido gorduroso da face, que por sua vez implica em alterações do alargamento da porção subnasal do lábio superior e na diminuição do volume, por consequência no esmaecimento do vermelhão, na queda da visualização dos incisivos e seu aplainamento, surgindo as rugas na área perioral (PAIXÃO *et al.,* 2022).

Cabem aos lábios e a área perioral o papel da atratividade e beleza, tornando o preenchimento labial uma alternativa que visa dar volume, mesmo naqueles que ainda não possuem sinais de envelhecimento ou naqueles que geneticamente possuem lábios com menos volume (VON ARX; LOZANOFF, 2022).

A aparência da face afeta a autoestima, e o ideal de aumento na expectativa de vida que interrompa o envelhecimento natural cutâneo, implica em crescentes buscas por profissionais da saúde que realizem um procedimento estético não cirúrgico, visando uma aparência mais jovem.

Vários são os materiais utilizados para realizar o preenchimento facial, sendo, a aplicação de Ácido Hialurônico largamente empregado para preencher várias regiões do corpo, inclusive os lábios para melhorar a harmonização e rejuvenescimento da face (BRAZ, 2022).

A aplicação deste ácido é considerada segura por sua biocompatibilidade e notável integração tecidual, semelhante ao Ácido Hialurônico encontrado na pele, todavia, apesar dos baixos relatos a sua utilização pode gerar complicações e efeitos adversos, como os casos de necrose labial e a consequente perda de estrutura tecidual na área perioral (NERI *et al.,* 2022).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica da literatura vigente dos artigos que tange o tema, em foco a intercorrência da necrose em procedimentos de preenchimento labial e os cuidados a fim de evitar, desde as técnicas, matérias e o conhecimento do profissional da anatomia regional sobre o assunto.

2 | REVISÃO DE LITERURA

2.1 Envelhecimento cutâneo e a relação com o ácido hialurônico

O processo de envelhecimento é a perda da capacidade de reparação, sendo a soma de alterações multifatoriais, resultante da interação de fatores intrínsecos e extrínsecos à pele, sendo um desses, a diminuição da concentração de Ácido Hialurônico presente naturalmente na nossa pele.

A aplicação e reposição desse ácido, elimina algumas linhas de expressão quando passa a atrair moléculas de água que promovem a produção de colágeno, permitindo maior rigidez à área, corrigindo a perda dos coxins gordurosos decorrentes deste processo, sobretudo nas áreas malar e mandibular (ROHRICH; GHAVAMI; CROSBY, 2022).

Esta aplicação gera estímulos para o processo de filtragem, restabelecendo o equilíbrio hídrico da pele, além de ser responsável pela distribuição de proteínas nos tecidos, as células se movimentam e consequentemente, melhoram a estrutura e a elasticidade da pele (BERTOLAMI; BERG; MESSADI, 2022).

O Ácido Hialurônico é um componente do tecido conjuntivo da pele, responsável por preencher os espaços entre as células dérmicas, caracterizando o aspecto de pele lisa e hidratada, além de está intimamente responsável pelas fibras de colágeno, no que se refere a sustentação e elasticidade, contudo, ao longo do tempo a sua produção e a concentração na pele tende a diminuir gradativamente, levando a apresentar o aspecto de flacidez e linhas de expressão na nossa pele, característicos do processo de envelhecimento (CALCAGNOTTO; GARCIA, 2022).

Utilizar o ácido hialurônico como preenchedor labial, na área da Harmonização Orofacial, abrange uma série de finalidades, como: dar volume, hidratar a região dos lábios, corrigir linhas; considerada como um procedimento desafiador, uma vez que se adota injetores em uma região da anatomia que se mantém em grande movimentação e está intimamente ligada às emoções, expressões e atratividade (CHIU *et al.*, 2022).

O Ácido Hialurônico é uma molécula hidrofílica, pertence a classe dos glicosaminoglicanos não sulfatados que auxilia na hidratação e elasticidade da pele, impulsionando a produção de colágeno, composta por um ácido glucurônico, uma substância natural que pode ser encontrada no tecido de animais ou biossintetizado por bactérias através de fermentação (KALIL; CARAMORI; BALKEY, 2022).

Sua molécula detém a melhor propriedade da natureza sob hidratação, o higroscópico é a característica que lida com a desidratação cutânea, e possui a capacidade de conter até 1000 vezes o seu volume em água, proporcionando o efeito hidratante e preenchedor que irá manter e recuperar a elasticidade da pele, atraindo e ligando moléculas de água para sustentar o preenchimento (AFORNALI *et al.,* 2022).

Os benefícios do uso de Ácido Hialurônico estão atrelados às particularidades que o diferencia de outros preenchedores, como, o tamanho da partícula, da maior viscoelasticidade e da densidade de crosslinker, praticamente indolor e com pouca chance de reação inflamatória; sua biocompatibilidade implica o resultado da melhor acomodação do produto na pele sem correr risco de o produto migrar para outras regiões além das injetadas (VIEIRA, 2022).

2.2 O procedimento

Para o êxito de um preenchimento é necessário a adoção da utilização de

excelentes materiais, o emprego de habilidades técnicas e específicas, com conhecimento e treinamento adequado, além da análise correta do perfil emocional do paciente, suas expressões e histórico (PIEL, 2022).

A técnica utilizada para a aplicação desse preenchedor apesar de eleita a mais segura, não garante os riscos da imperícia do profissional, exigindo conhecimentos específicos em razão da alta vascularização da região em questão e de outros fatores para realizar o procedimento.

2.3 Antes do procedimento

É fundamental a avaliação do paciente antes da realização do procedimento, devendo ser completamente investigados para passar de forma clara os possíveis riscos que estão sujeitos, cabe ao profissional fazer anamnese por completo de forma individualizada, checando o histórico de saúde, verificando contraindicações que este paciente venha a ter, para realizar a seleção do produto ideal e determinar o plano e a escolha dos pontos de injeção (MAIA; SALVI, 2022).

Requerer a assinatura do paciente é de suma importância, além da documentação fotográfica para registrar a fisionomia do paciente, permite a avaliação crítica mais específica de eventuais assimetrias (MAIA; SALVI, 2022). A fim de evitar infecções, o paciente deve remover toda e qualquer maquiagem, e o profissional optar por um material esterilizado além de um ambiente iluminado, o plano para realizar o procedimento correto, minimiza todas as possibilidades de eventos adversos e indesejados (BAILEY; COHEN; KENKEL, 2022).

Um ponto importante para evitar intercorrências é o conhecimento sobre a anatomia orofacial e sua vascularização, cada indivíduo apresenta uma variação anatômica, uma topografia específica, devendo considerar também a disposição da localização das artérias e a profundidade que se encontram (SAMIZADEH; PIRAYESH; BERTOSSI; 2022).

A anatomia dos lábios é composta por três áreas anatômicas distintas, compostas por uma porção interna de uma mucosa labial, por uma zona de transição conhecida como vermelhão do lábio e por uma porção externa representada pela pele, sendo a porção interna mais úmida em relação às demais e entre as porções se encontram fibras musculares do músculo orbicular bucal (BRAZ; MUKAMAL, 2022).

O ácido hialurônico além de reparar os tecidos e estimular o reparo do colágeno, possui os benefícios de não apresentar índices de reação inflamatória, em razão da biocompatibilidade com nosso organismo, e sua aplicação é praticamente indolor, após a implantação nos tecidos do lábio o ácido é metabolizado em dióxido de carbono e água, e então eliminado pelo nosso organismo, podendo durar em média um ano (PEREIRA; DELAY, 2022).

Vale ressaltar a importância do acompanhamento que cabe ao profissional, antes do procedimento o contato direto com o paciente, seu histórico com uma avaliação

minuciosa para o planejamento terapêutico adequado, e depois o acompanhamento dos dias de recuperação do pós-tratamento, tais medidas permitem que o profissional esteja apto para lidar com efeitos adversos como a intercorrência, dando uma margem efetiva de intervenção nas primeiras 72 horas, principalmente nos casos de reversão da necrose (PARADA *et al.,* 2022).

Além disso, em certos casos, as restrições orçamentárias não devem decidir o tratamento, cabe ao profissional informar o paciente sobre os requisitos ideais de preenchimento adequado e objetivo para cada caso individualmente (LUTHRA, 2022).

Vale analisar as complicações e efeitos adversos que a utilização do ácido hialurônico pode gerar, como nos casos de necrose labial que podem acarretar consequentemente em perda estrutural do tecido em questão, na falta de adoção de todas as medidas.

2.4 Aplicação do ácido hialurônico

No mercado existem opções diversas de Ácido Hialurônico como preenchedor labial, para a escolha do produto a compatibilidade biológica é extremamente importante para o sucesso do procedimento; além da escolha, a estabilidade no local de aplicação, a segurança durante o procedimento, e a ciência de riscos alérgicos, evitam a possibilidade de complicações e de intercorrência (BRAZ; MUKAMAL, 2011).

Alguns dos preenchedores labiais compostos pelo Ácido Hialurônico, disponíveis no mercado é o Belotero®, Juvéderm®, Perfectha®, Rennova® e Teosyal®, com variações de origem não animal e/ou produzido por fermentação de Streptococcus, com média de densidade de 20mg/ml (VIEIRA, 2022).

Segundo estudos, a agulha com cânula da ponta tipo romba se mostra adequada para uma aplicação precisa e segura, sua flexibilidade aumenta a movimentação dentro do tecido e no lugar de atravessar ela afasta o tecido, diminuindo o sangramento com uma aplicação menos traumática (LUTHRA, 2022).

Nesse sentido, adotar agulhas com ponta romba em áreas vasculares, com menor calibre para favorecer na velocidade e diminuir a chance de oclusão vascular, manejar a agulha com suavidade a fim de evitar lacerações e vasoconstrição, aspirar antes de injetar o produto para constatar o posicionamento da agulha, se a mesma não está em uma veia e injetar pequenos volumes, são algumas das importantes recomendações para o uso do Ácido Hialurônico (LAZZERI *et al.,* 2022).

As técnicas devem ser combinadas durante a aplicação, podendo após o procedimento ser modelado no local com a ponta dos dedos, suavizando as irregularidades, assim, a falta de adoção da técnica adequada pode acarretar entre outras, na aplicação de injeções superficiais irregulares que apresentem nódulos aparentes e/ou aplicação de injeções mais profundas, contudo ineficazes; (PIEL, 2022).

2.5 Eventos adversos

O emprego do Ácido Hialurônico como preenchedor não exclui os riscos e as reações adversas, logo, certas contra indicações são consideradas como nos casos de pessoas com hipersensibilidade conhecida, gestantes ou lactantes e as que apresentam doença de pele ativa são alguns destas (MORAES et al., 2022).

Ainda com a alta biocompatibilidade, técnicas de infiltração aperfeiçoadas e a ciência da possibilidade de complicações, os efeitos adversos associados à aplicação do ácido são temidos, suas complicações estão divididas em duas categorias, precoce e tardias, com fundamento no tempo em que surgem (CALCAGNOTTO; GARCIA, 2022).

2.5.1 Eventos adversos de reação precoce

As complicações precoces incorrem em período de horas ou dias, as mais comuns não requererão grandes intervenções, exceto as vasculares que podem desdobrar em necrose tecidual e demandam atenção e acompanhamento em razão da possibilidade de sequelas (DAHER et al., 2022).

2.5.2 Equimose/ hematoma

Ocorre no local da perfuração com a compressão, ruptura ou perfuração de pequenos vasos, influenciado pelo calibre da agulha usada, necessitando de compressão imediata do local, é recomendado evitar vasodilatadores para não implicar um fluxo maior de sangramento, tendendo a melhorar de cinco a dez dias e em caso contrário, pode ser necessário a cauterização do vaso (CROCCO; ALVES; ALESSI, 2022).

2.5.3 Efeito tyndall

Também conhecido como tindalização, ocorre nos casos de aplicação superficial, identificável por uma cor azulada no local da aplicação, em razão da refração da luz através da pele, uma característica do material de Ácido Hialurônico aplicado; Além de preencher em profundidade adequada, deve cessar a injeção antes de retirar a agulha da veia (PARADA *et al.,* 2022).

2.5.4 Infecção

Desenvolvida a partir da contaminação do produto ou em razão da técnica empregada para a assepsia do paciente, de origem bacteriana, que se apresenta inicialmente com sensibilidade na área endurecida com eritema e prurido podendo desdobrar em febre e calafrios (CROCCO; ALVES; ALESSI, 2022).

2.5.5 Isquemia

Se trata da complicação precoce mais grave, é causada por um embolismo arterial com manifestação quase que imediata de dor e esbranquiçamento da pele, podendo desencadear necrose sendo seu diagnóstico clínico (PARADA *et al.,* 2022).

2.5.6 Necrose

Também conhecida como complicação vascular, é uma complicação rara, mas temida. Surgir nos casos de supressão local, por inflamação intensa ou nos casos de injeção acidental intra-arterial que ocasiona a embolia vascular findando o caso de necrose, ou seja, por oclusão ou trauma vascular (OKADA *et al.,* 2022).

2.6 Eventos adversos de reação tardia

Já as complicações tardias incorrem em semanas de forma crônica necessitando de uma intervenção invasiva por vezes, assim, requer grande habilidade por parte do aplicador e persistência do paciente na sua resolução de longo prazo (VARGAS; AMORIM; PINTAGUY, 2022).

2.6.1 Reações alérgicas

Pode surgir entre 3 a 7 dias após o procedimento até um período de 6 meses, sua ocorrência é baixa e seus sintomas são caracterizados por edema, eritema e hiperemia (CROCCO; ALVES; ALESSI, 2022).

2.6.2 Cicatriz hipertrófica

Comum em pacientes com antecedente de queloide, se trata de uma cicatriz nos locais de aplicação, é recomendado o tratamento com corticoide oclusivo (CROCCO; ALVES; ALESSI, 2022).

2.6.3 Granulomas

Pode ocorrer ao longo de 6 a 24 meses após a injeção, em razão da presença de impurezas no processo de fermentação bacteriana durante a produção do Ácido Hialurônico, e seu tratamento pode consistir em casos mais extremos na remoção cirúrgica do granuloma (SANCHEZ-CARPINTERO; CANDELAS; RUIZ-RODRIGUES, 2022).

2.6.4 Nódulos

Ocasionado pelo emprego de técnica inadequada para o procedimento, ou na aplicação muito superficial, pode ser amenizado com massagem no local, e em casos extremos é indicado a realização de uma remoção cirúrgica do material (SANCHEZ-

CARPINTERO; CANDELAS; RUIZ-RODRIGUES, 2022).

3 I CONCLUSÃO

Resta evidente que o uso do Ácido Hialurônico como um injetável preenchedor conquista lugar de destaque no retardamento do envelhecimento. Isto se deve principalmente em razão da sua natureza hidratante, viscoelástica e biocompatível. Seu turgor é resultado de uma aplicação prática e segura com efeitos visíveis instantes após aplicação com uma longa duração por sua biocompatibilidade.

A ciência do preenchimento requer a combinação do julgamento clínico, expectativas realistas, preparação meticulosa, e habilidade cirúrgica que proporcionem excelentes resultados. E o profissional que deseja esse objetivo deve deter conhecimento da anatomia orofacial com uma abordagem de tratamento individualizada.

Além disso, os profissionais devem realizar o acompanhamento pós procedimento para garantir que os sinais e sintomas estão todos dentro do padrão de normalidade, e caso não estejam, ele poderá intervir e, ainda assim, haverá tempo hábil para as devidas correções e ajustes.

REFERÊNCIAS

AFORNALI, Vanice Ilonez Hoppen; et al. **Análise prévia da eficácia da hidratação utilizando diferentes formulações contendo ácido hialurônico**. Universidade Tuiuti do Paraná, 2017. Disponível em: < https://tcconline.utp.br/ media/tcc/2017/05/ANALISE-PREVIA-DA-EFICACIA-DA-HIDRATACAO.pdf>. Acesso em: 11 de jan. de 2022.

BAILEY, Steven H.; COHEN Joel L.; KENKEL Jeffrey M. **Etiology, prevention, and treatment of dermal filler complications.** Aesthet Surg J. 2011;31(1):110-21. Disponível em: < http://www.surgicalcosmetic.org.br/details/517/pt-BR>. Acesso em: 9 de jan. de 2022.

BERTOLAMI, Charles N.; BERG, Steven; MESSADI, Diana V. **Binding and internalization of hyaluronate by human cutaneous fibroblasts.** Matrix, v. 11, p. 11-21, 1992. Disponível em: < https://www.sciencedirect.com/ science/article/abs/pii/S0934883211801009>. Acesso em: 29 de jan. de 2022.

BRAZ, André Vieira; MUKAMAL, Luana Vieira. **Preenchimento labial com microcânulas**. Surg Cosmet Dermatol., v. 3, n. 3, p. 257-60, 2011. Disponível em:<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-606400#:~:text=Trata-se %20da%20descri%C3%A7%C3%A3o%20de%20t%C3%A9cnica%20de%20pr eenchimento%20labial,como%20vasos%20e%20nervos%2C%20devido%20% C3%A0%20ponta%20romba. >. Acesso em: 17 de jan. de 2022.

CALCAGNOTTO, Rachel; GARCIA, Adriano Calcagnotto. **Uso de microcanulas na restauração do volume facial com ácido poli-L-lático**. Surg Cosmet. Surg Cosmet de Dermatol, v. 3, n. 1, 2011. Disponível em: < http://www.surgicalcosmetic.org.br/details/121/pt-BR/uso-de-microcanulas-em-tr atamentos-de-rest auracao-do-volume-facial-com-acido-poli-l-latico>. Acesso em: 11 de jan. de 2022.

CHIU, Annie; FABI, Sabrina; DAYAN, Steven; NOGUEIRA, Alessandra**. Lip Injection Techniques Using Small-Particle Hyaluronic Acid Dermal Filler**. J Drugs Dermatol, v.1, n.15(9), p.1076-82, 2016. Disponível em: <https://pubmed. ncbi.nlm.nih.gov/27602969/>. Acesso em: 29 de jan. de 2022.

CROCCO, Elisete Isabel; ALVES, Renata Oliveira; ALESSI, Cristina. **Eventos adversos do ácido hialurônico injetável.** Surgical and Cosmetic Dermatology, v. 4, n. 3, p. 259-263, 2012. Disponível em: < http://www.surgicalcosmetic.org. br/details/221/pt-BR>. Acesso em: 22 de jan. de 2022.

DAHER José Carlos; DA-SILVA Suellen Vieira; CAMPOS Amanda Costa; DIAS Ronan Caputi Silva; DAMASIO Anderson Azevedo; COSTA Rafael Sabino Caetano. **Complicações vasculares dos preenchimentos faciais com ácido hialurônico: confecção de protocolo de prevenção e tratamento**. Revista Brasileira de Cirurgia Plástica. 2020;35(1):2-7. Disponível em: < http://rbcp.org. br/details/2690/pt-BR/complicacoes-vasculares-dos-preenchimen tos-faciais-com-acido-hialuronico--confeccao-de-protocolo-de-prevencao-e-trata mento>. Acesso em: 27 de jan. de 2022.

KALIL, Celia Luiza Petersen Vitello; CARAMORI, Ana Paula Avancini; BALKEY, Mercedes Dalpias. **Avaliação da permanência do** ácido **hialurônico injetável no sulco nasogeniano e rítides labiais.** Surgical & Cosmetic Dermatology, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 112-115, 2011. Disponível em: <http://www. surgicalc osmetic.org.br/details/128/pt-BR/avaliacao-da-permanencia-do-acido-hialuronic o-injetavel-no-sulco-nasogeniano-e-ritides-labiais>. Acesso em: 22 de jan. de 2022.

LAZERRI, Davide; et al. **Blindness following cosmetic injections of the face**. Plast Reconstr Surg. 2012. Disponível em: < https://europepmc.org/article /MED/ 22456369>. Acesso em: 11 de jan. de 2022.

LUTHRA, Amit. **Shaping Lips with Fillers**. J Cutan Aesthet Surg, v.8, n.3, p.139-42, 2015. Disponível em: <https://www.jcasonline.com/article.asp?issn= 0974-2077; year=2015; volume=8; issue=3; spage=139; epage=142;aulast=Luthra>. Acesso em: 27 de jan. de 2022.

MAIA, Ilma Elizabeth Freitas; SALVI, Jeferson de Oliveira. **O uso do ácido hialurônico na harmonização facial: uma revisão de literatura.** Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 32, p. 1-11, 2019. Disponível em: < https://www.mastereditora.com.br/periodico/20180704_092807.pdf >. Acesso em: 09 de jan. de 2022.

MORAES Bruna Rodrigues de; BONAMI Janaina Alves; ROMUALDO Leticia; COMUNE Ana Clara; SANCHES Rosely Alvim. Ácido hialurônico dentro da área de estética e cosmética. Revista Saúde em Foco. 2017; Edição nº 9. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/378746666/Acido-Hialuronico -Dentro-Da-Area-de-Estetica-e-Cosmetica >. Acesso em: 14 de jan. de 2022.

NELSON, David L; COX Michael M. **Princípios De Bioquímica De Lehninger**. Tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga et al. Revisão técnica: Carlos Termignoni et al. 6ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. Disponível em: <https://www.yumpu.com /pt/document/view/62794943/principios-de-bioquimica-de-lehningerartmed2014 >. Acesso em: 27 de jan. de 2022.

NERI, Simone Ramos Nogueira Guerra; ADDOR, Flávia Alvim Sant´Anna; PARADA, Meire Brasil; SCHALKA, Sergio. **Uso de hialuronidase em complicações causadas por ácido hialurônico para volumização da face: relato de caso**. Surg. cosmet. Dermatol, v.5, n.4, p. 364-366, 2013.Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265530933013 >. Acesso em: 23 de jan. de 2022.

OKADA, Shuko; OKUYAMA, Ryuhei; TAGAMI, Hachiro; AIBA, Setsuya. **Eosinophilic granulomatous reaction after intradermal injection of hyaluronic acid.** Acta Derm Venereol., v. 88, n. 1, p. 69-70, 2008. Disponível em: < https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18176759/>. Acesso em: 23 de jan. de 2022.

PAIXÃO, Mauricio Pedreira; et al. **Lifting de lábio superior associado à dermabrasão mecânica**. Surg Cosmet Dermatol. 2011; Disponível em: <http://www.surgicalcosmetic.org.br/details/154/pt-BR/ lifting-de-labio-superior-a ssociado-a-dermabrasao-mecanica >. Acesso em: 11 de jan. de 2022.

PARADA, Meire Brasil; CAZERTA, Camila; AFONSO, João Paulo Junqueira Magalhães; NASCIMENTO, Danielle Ioshimoto Shitara. **Manejo de complicações de preenchedores dérmicos**. Surg Cosmet Dermatol, v.8, n.4, p.342-51, 2016. Disponível em: < http://www.surgicalcosmetic.org.br/ details/ 517/pt-BR>. Acesso em: 11 de jan. de 2022.

PEREIRA, Kelim Patrícia; DELAY, Carlos Eduardo. Ácido **hialurônico na hidratação facial.** Tecnologia em Estética e Imagem Pessoal da Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://pt.scribd.com/ document/406525889/ACIDO-HIALURONICO-NA-HIDRATACAO-FACIAL-pdf >. Acesso em: 11 de jan. de 2022.

PHILIPP-DORMSTON, Wolfgang; HILTON, Said; NATHAN, Myooran. **A prospective, open-label, multicenter, observational, postmarket study of the use of a 15 mg/mL hyaluronic acid dermal filler in the lips**. J Cosmet Dermatol. 2014. Disponível em: <https://archive.org/details/pubmed-PMC414 1748 >. Acesso em: 22 de jan. de 2022.

PIEL, Latinoamericana. **Preenchimentos avançados.** Dermatologia Ibero Americana Online. Cap 107. Abr. 2011. Disponível em: < https://piel-l.org/libreria/item/1290/ >. Acesso em: 23 de jan. de 2022.

VARGAS, André Ferrão; AMORIM, Natale Gontijo De; PINTAGUY, Ivo. **Complicações tardias dos preenchimentos permanentes.** Revista Brasileira de Cirurgia Plástica. 2009; 24(1): 71-81. Disponível em: < https://www.andreferraovargas.com/wp-content/uploads/2013/06/24-01-13.pdf >. Acesso em: 27 de jan. de 2022.

ROHRICH, Rod J.; GHAVAMI, Ashkan; CROSBY, Melissa A. **The roles of hyaluronic acid fillers: scientific and thecical considerations.** Plast Reconstr Surg., v. 120, Nov. 2007. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/5759163_The_Role_of_Hyaluronic_Ac id_Fillers_Restylane_in_Facial_Cosmetic_Surgery_Review_and_Technical_Co nsiderations#:~:text=Bioengineered%20 hyaluronic%20acid%20fillers%20allow %20for%20safe%20and,and%20longevity%20by%20as%20 much%20as%2050 %20percent. >. Acesso em: 22 de jan. de 2022.

SAMIZADEH, Souphiyveh; PIRAYESH, Ali; BERTOSSI, Dario. **Anatomical variations in the course of labial arteries: a literature review.** Aesthet Surg J, v.15, n.39(11), p.1225-1235, 2019. Disponível em: < https://pubmed.ncbi.nlm.nih .gov/30204834/ >. Acesso em: 27 de jan. de 2022.

SANCHEZ-CARPINTERO, I.; CANDELAS, D.; RUIZ-RODRIGUES, R. **Materiales de relleno: tipos, indicaciones Y complicaciones.** Actas Dermo- Sifiliográficas, v. 101, n. 5, p. 381-393, Jun 2010. Disponível em: <https://www.actasdermo.org/es-materiales-de-relleno-tipos-indicaciones-articul o-S0001731010001857 >. Acesso em: 17 de jan. de 2022.

VON ARX,Tom; LOZANOFF, Scott. **Clinical Oral Anatomy**. 1st Ed. Switzerland: Springer International Publishing; 2017. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/312010254_Clinical_Oral_ Anatomy>. Acesso em: 14 de jan. de 2022.

CAPÍTULO 5

REVISÃO DE LITERATURA: ESPÉCIES ORNAMENTAIS DA FAMÍLIA APOCYNACEAE

Data de aceite: 03/10/2022

Larissa Pinheiro Alves
Graduada em Ciências Biológicas, Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão
Chapadinha – MA
https://lattes.cnpq.br/4872671662929281

Fernando Freitas Pinto Junior
Graduando do Curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Chapadinha – MA
http://lattes.cnpq.br/2110652316121025

Fernanda Viana dos Santos
Graduada em Ciências Biológicas, Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão
Chapadinha - MA
http://lattes.cnpq.br/8840800354046138

Núbia de Sousa da Costa
Graduada em Ciências Biológicas, Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão
Chapadinha - MA
http://lattes.cnpq.br/4700931245486964

Bruna da Silva Brito Ribeiro
Graduanda do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Chapadinha – MA
http://lattes.cnpq.br/4024667416181457

Jeane Rodrigues de Abreu Macêdo
Doutora em Agronomia
Professora Adjunto de Ciências Biológicas, Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão
Chapadinha - MA
http://lattes.cnpq.br/9858058993544867

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Doutora em Agronomia
Professora do Curso de Agronomia, Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão
Chapadinha - MA
http://lattes.cnpq.br/0720581765268326

RESUMO: A família Apocynaceae está presente em todo o planeta, é uma das dez maiores famílias dentro das angiospermas, com uma ampla diversidade e está distribuída em todos os biomas brasileiros. Tendo uma grande representação das subfamílias no país, sendo três das cinco encontradas no território nacional. Dentro da sua importância econômica, tem o seu destaque como potencial ornamental, pela forma diferenciada das flores e folhas, que promovem o embelezamento de ambientes. Constatou-se que há poucos trabalhos relacionados ao seu potencial ornamental, visto que as espécies da família são muito usadas para ornamentação, seja em pequenos ou grandes jardins. Conclui-se que é necessário fazer estudos quantitativos para obter informações sobre as espécies da família que são usadas pelo seu potencial ornamental.

PALAVRAS-CHAVE: Bioma cerrado, família Apocynaceae, jardinagem, paisagismo e plantas

ornamentais.

ABSTRACT: The Family Apocynaceae is present throughout the planet, is one of the ten largest families within angiosperms, with a wide diversity and is distributed in all Brazilian biomes. Having a large representation of the subfamilies in the country, being three of the five found in the national territory. Within its economic importance, it has its prominence as ornamental potential, due to the differentiated shape of flowers and leaves, which promote the beautification of environments. It was found that there are few studies related to their ornamental potential, since the family species are very used for ornamentation, whether in small or large gardens. It is concluded that it is necessary to make quantitative studies to obtain information about the species of the family that are used for their ornamental potential.
KEYWORDS: Cerrado biome, Family Apocynaceae, gardening, landscaping and ornamental plants.

1 | INTRODUÇÃO

As plantas ornamentais são usadas para decoração e embelezamento de ambientes, o seu uso é feito desde os pequenos jardins até os interiores de grandes edificações, ou seja, a beleza das folhas, flores, caules e frutos, são agradáveis. Há uma diversidade de espécies usadas no mundo paisagístico, porém a maioria são plantas exóticas, visando essa demanda, alguns autores se dedicam aos estudos em busca de conhecer as espécies nativas que podem ser de uso ornamental, de modo que ajude a contribuir na economia, eficiência e beleza o comércio de plantas e flores ornamentais no país.

O Brasil é um dos países que possuem uma mega diversidade florística, deste modo, é importante a realização de levantamentos da flora brasileira para obtenção de dados sobre as espécies vegetais (RODRIGUES, 2017). Dentre a diversidade de plantas estão as que pertencem à família Apocynaceae, três das cincos subfamílias existentes são encontradas no território nacional, com cerca de 754 espécies em 77 gêneros (GOIS, 2020; SOUSA JÚNIOR, 2016). A distribuição da família é de forma cosmopolita, com uma ampla representação tanto no país como em todo o planeta, exceto na Antártica (PRATA et al., 2013; PEREIRA et al., 2016).

A família Apocynaceae apresenta representantes arbóreos, arbustivos e lianas, geralmente as folhas são opostas, inteiras ou menos frequente verticiladas, as flores são pentâmeras, com folículos na maioria dos gêneros, as sementes gomosas e produzem látex, tem uma importância no ponto de vista econômico e ornamental (PUTZKE et al., 2016).

Visto que, o potencial ornamental de uma planta ocorre pela forma diferenciada das flores, forma e/ou coloração das folhas, esses efeitos são usados para selecionar plantas que promovam embelezamento no ambiente (SILVA et al., 2014).

Para ampliar o conhecimento voltado para a família Apocynaceae são feitas buscas

na Lista da Flora do Brasil e publicações que sejam voltadas para o potencial ornamental, cujo a maioria dos trabalhos que são encontrados estão voltados para o levantamento florístico. Por meio dos trabalhos que são desenvolvidos para se conhecer os aspectos e atividades biológicas, se tem as informações sobre a importância dessa família no território brasileiro (SANTOS et al*.,* 2022).

Há uma diversidade de plantas usadas para o paisagismo, porém na maioria dos casos são plantas exóticas. Nesse caso há autores que se dedicam ao trabalho de pesquisar as espécies nativas que podem ser usadas para ornamentação, visando a economia, eficiência e a beleza dessas espécies (SANTOS, 2021). A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais do Brasil, busca o melhor desenvolvimento do consumo de flores e plantas no país, há cerca de 300 espécies e cultivares exóticas e nativas no mercado interno (OLIVEIRA et al., 2021).

2 I REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Família Apocynaceae

A família Apocynaceae Juss, faz parte de ordem Gentianales (APG III, 2009; SOUSA JÚNIOR, 2016), que possui cerca de 400 gêneros e 5.000 espécies e distribuídas em cinco subfamílias, Rauvolfioide, Apocynoidae, Periplocoidea, Secamonoidea e Asclepiadoide, é considerada uma das maiores famílias dentro das angiospermas (ENDRESS; BRUYNS, 2000; ENDRESS et al., 2014; FERNANDES, et al., 2018; RAPINI, 2012). A distribuição é cosmopolita que tem predomino nas regiões tropicais e subtropicais do planeta, com exceção na Antártida e sendo de pouca ocorrência nas regiões temperadas (RAPINI et al., 2001; PRATA et al., 2013; PEREIRA et al., 2016).

No Brasil, são registradas cerca de 781 espécies em 78 gêneros (SOUSA JÚNIOR, 2016) sendo presente em todos os biomas brasileiros, com a maior predominância na Mata atlântica (36%), seguido por Amazônia (30,5%) e o Cerrado (29,4%), estando entre as dez famílias mais diversas do país dentro das angiospermas (KOCH et al., 2016; GOIS, 2020). Entre as cinco subfamílias existente, apenas três estão presentes no território nacional são as Rauvolfioide, Apocynoidae e Asclepiadoide, com exceção da subfamília Periplocoidea que possui algumas espécies cultivadas (ENDRESS; BRUYNS, 2000; ENDRESS et al., 2014; GOIS, 2020).

As espécies dessa família são conhecidas pela presença de látex, as folhas em geral são opostas, sendo os coléteres presentes frequentemente no pecíolo, no caso das subfamílias Apocynoideae e Asclepiadoide ocorrem ao longo da nervura central (ENDRESS; BRUYNS, 2000; ENDRESS et al., 2014; FERNANDES et al., 2018), em geral na base das lacínias do cálice, corola gamopétala, anteras adnatas formando ou não um ginostégio, ovário com carpelos separados unidos pelo estilete e presença de uma porção alargada no ápice do gineceu chamada de cabeça do estilete ou cabeça estilar (ENDRESS et al., 2014;

FERNANDES et al., 2018; GOIS, 2020). Os frutos geralmente são gêmeos, às vezes ocorre de ser apenas um, isso acontece quando ocorre o aborto de um dos carpelos, a variação da morfologia do fruto vai de acordo com as espécies (GOIS, 2020).

2.2 Levantamento florístico: importância

No Brasil há diversos estudos que mostram a diversidade florística no país (BECKMANN et al., 2017). O levantamento florístico é de suma importância para a identificação de espécies de um determinado espaço geográfico, que tem por função a compreensão de ecossistemas elevando as informações que se refere aos estudos biológicos e ecológicos, que contribui para a avaliação das interações interespecíficas, conservar áreas naturais e compreender como acontece a dinâmica ecológica do local (CARDOSO, 2019; PESAMOSCA; LUDKTE, 2012).

A caracterização florística é considerada uma condição especial para ocorrer as divisões fitogenéticas, é desse modo que ocorre a identificação das espécies, se tem informações sobre a diversidade, distribuição e classificação das formas de vida e dispersão das plantas (ALVES, 2021). Os levantamentos da flora de uma determinada área contribui para a indicação dos estádios sucessionais e para melhora avaliar as influências do clima, solo e ação antrópica (GUEDES-BRUNI et al., 1997).

Nesse contexto, os inventários das espécies florísticas formam dados que fundamentam a importância do conhecimento adequado para o manejo e conservação das espécies que possuem um potencial ornamental (FUHRO et al., 2005).

2.3 Potencial ornamental

O potencial ornamental de uma planta está voltado para as suas características físicas, que podem ser de fácil manipulação, pois é matéria-prima de estética e beleza (SILVA et al., 2014), essas espécies são usadas para embelezar ambientes, sejam elas exóticas ou nativas (LORENZI, 2002).

No Brasil a comercialização de flores e plantas ornamentais vem tendo um aumento satisfatório, isso acontece pelos investimentos que o setor ganhou ao longo dos últimos anos (ESPERANÇA et al., 2013). O cultivo de flores e plantas são realizados para diferentes fins, que vão desde a cultura de flores para corte até à produção de mudas arbóreas de grande porte (CASTRO, 1998; SILVA et al., 2014).

As características morfológicas que difere uma planta ornamental são o florescimento, a forma, a coloração das folhas e de forma geral o aspecto da planta se torna mais atrativo para paisagens e jardins (CARDOSO, 2019; SILVA et al., 2014; LOGES et al., 2013). No que relaciona o aspecto visual das plantas, ele é associado ao grupo ou tipos que elas pertencem, ou seja, depende se são árvores, arbustos, trepadeiras, herbáceas ou ervas e todas têm suas próprias características, como o efeito das flores e inflorescência vistosa, coloridas e perfumadas, as folhas de textura e cores diferentes, a forma do caule, são a

partir dessas diferenças que as fazem atraentes para serem selecionadas como plantas ornamentais (SILVA et al., 2014; SOUZA; LORENZI, 2001).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na revisão de literatura, é possível concluir que são poucos os trabalhos voltados para a família Apocynaceae, quando se trata de um levantamento florístico para as espécies ornamentais, cultivadas em locais públicos e casas. Visto que, é uma família muito utilizada no mundo paisagístico, por ter folhas, flores, caule e frutos bem atrativos para o embelezamento de ambientes.

De modo geral, é de suma importância que se façam trabalhos quantitativos voltados para levantamento florístico visando o potencial ornamental da família, que colaborem com o meio científico.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. C. V. **Composição florística, estrutura horizontal e ecologia funcional de espécies arbóreas da floresta de igapó no Parque Nacional de Anavilhanas – AM**. 2022. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia), Universidade Federal do Amazonas, Manaus - AM, 2021.

APG III: An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105–121, 2009.

BECKMANN, M. Z.; DA SILVA DULTRA, D. F.; DA COSTA SILVA, H. L.; COTTING, J. C.; DA SILVA, S. D. P.; DE SIQUEIRA FILHO, J. A. Potencial ornamental de espécies do Bioma Caatinga. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 43-58, 2017.

CARDOSO, V. R. **Levantamento florístico de plantas ornamentais no Centro De Ciências Agrárias E Ambientais Da Universidade Federal Do Maranhão, Chapadinha- MA**. 2019, 22 p. Monografia (Bacharel em Agronomia), Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha – MA, 2019.

CASTRO, C. E. F. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Floricultura Ornamental**, v. 4, n.1/2, p. 1-46, 1998.

ENDRESS, M. E.; BRUYNS, P. V. A revised classification of the Apocynaceae sl. **The Botanical Review**, v. 66, n. 1, p. 1-56, 2000.

ENDRESS, M. E.; LIEDE-SCHUMANN, S.; MEVE, U. An updated classification for Apocynaceae. **Phytotaxa**, v. 159, n. 3, p. 175-194, 2014.

ESPERANÇA, A. A.; LÍRIO, V. S.; DE MENDONÇA, T. G. Análise comparativa do desempenho exportador de flores e plantas ornamentais nos estados de São Paulo e Ceará. **Revista econômica do Nordeste**, v. 42, n. 2, p. 259-286, 2011.

FERNANDES, G. E. A.; MOTA, N. F. de O.; SIMÕES, A. O. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Apocynaceae. **Rodriguésia**, v. 69, p. 3-23, 2018.

FUHRO, D.; VARGAS, D.; LAROCCA, J. Levantamento florístico das espécies herbáceas, arbustivas e lianas da floresta de encosta da Ponta do Cego, Reserva Biológica do Lami (RBL), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, ser. Botânica**, v. 56, p. 239-256, 2005.

GOIS, M. A. F. **Contribuições para o conhecimento da taxonomia da família Apocynaceae no estado do Pará**. 2020. 120f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém - PA, 2020.

GUEDES-BRUNI, R. R.; PESSOA, S. V. A.; KURTZ, B. C. Florística estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um trecho preservado de floresta montanha na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. IN: LIMA, H. C. de; GUEDES-BRUNI, R. R. (org.). **Serra de Macaé de Cima:** Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 1997, p. 27-145.

KOCH, I.; RAPINI, A.; SIMÕES, A. O.; KINOSHITA, L. S.; SPINA, A. P.; CASTELLO, A. C. D. **Apocynaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB4520>. Acesso em: jun. de 2022.

LOGES, V.; CASTRO, A. C. R.; SILVA, S. S. L.; MONTARROYOS, A. V. V. Plantas utilizadas no paisagismo no litoral do Nordeste. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 19, n. 1, p. 29-36, 2013.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa - SP: Editora Plantarum, 2002. 352 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais do Brasil** (arbustivas herbáceas e trepadeiras). 3 ed. Nova Odessa, São Paulo: Ed. Plantarum, 2001. p.1088-1099.

OLIVEIRA, C. B.; DA ROSA NASCIMENTO, T.; SILVA, R. G. R.; LOPES, I. C. A cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais no Brasil: uma revisão sobre o segmento. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n. 2, p. 180-200, 2021.

PEREIRA, A. S. S.; SIMÕES A. O.; SANTOS, J. U. M. Taxonomy of Aspidosperma Mart. (Apocynaceae, Rauvolfioideae) in the state of Pará, Northern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 16, 2016.

PESAMOSCA, S. C.; LÜDTKE, R. **Levantamento florístico**. Universidade Federal de Pelotas, Instituto de Biologia: Departamento de Botânica. 2012.

PRATA, A. P. do N.; AMARAL, M. do C. E. do.; FARIAS, M. C. V.; ALVES, M. V. **Flora de Sergipe**. Aracajú: Gráfica e Editora Triunfo, 2013. 592p.

PUTZKE, J.; KÜSTER, M. C. T.; KÖHLER, A.; SANTOS, M. P. Biodiversidade vegetal no parque ambiental da Souza Cruz em Santa Cruz do Sul–RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa**, v. 28, n. 2, p. 52-141, 2016.

RAPINI, A. Taxonomy “under construction”: advances in the systematics of Apocynaceae, with emphasis on the Brazilian Asclepiadoideae. **Rodriguésia**, v. 63, n. 1, p. 75-88, 2012.

RAPINI, A.; MELLO-SILVA R.; KAWASAKI, M. L. Asclepiadoideae (Apocynaceae) da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, p. 55-169, 2001.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995.

RODRIGUES, E. F. **Levantamento florístico como ferramenta para a criação de um jardim botânico.** 2017. 55 f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB, 2017.

SANTOS, A. F. dos.; SANTOS, L. T. dos.; NASCIMENTO, M. P. do.; OLIVEIRA, E. L. de.; RIBEIRO, T. G.; PEREIRA, F. D.; LIMA, G. de A.; GONÇALVES, W. T.; ROCHA, M. I.; FEITOSA, T. K. M.; CRUZ, M. F. da.; TAVARES, S. G. S.; FIGUEIROA, M. E. V.; PEREIRA, G. G. Revisão de três espécies medicinais e ornamentais da família Apocynaceae Juss. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e1011224876-e1011224876, 2022.

SANTOS, M. R. dos. **Plantas ornamentais da Caatinga:** uma revisão. 2021. 106 f. Monografia (Bacharel em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB, 2021.

SILVA, E. I. dos S.; SANTOS, J. O. dos; CONCEIÇÃO, G. M. da. Diversidade de plantas ornamentais no Centro de Estudos de Caxias, da Universidade Estadual do Maranhão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, 2014.

SILVA, L. C. Plantas ornamentais tóxicas presentes no shopping Riverside Walkem Teresina- PI. **Revsbau**, v. 4, n. 3, p. 64-85, 2009.

SOUSA JÚNIOR, J. C. de. **Apocynaceae juss. na Mata Atlântica do Rio Grande do Norte, Brasil**. 2016.142 f. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2016.

SOUZA, V. C; LORENZI, H. **Botânica sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de Faneógamas e exóticas no Brasil, baseado em AGP II. 2. Ed. São Paulo: Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2008. 291 p.

SOBRE OS ORGANIZADORES

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. Lattes: http://lattes.cnpq.br/0720581765268326

RAIMUNDO CLEIDSON OLIVEIRA EVANGELISTA: Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Técnico em Agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA). Atualmente é Diretor-presidente da Startup "FrutimaTec: Conhecimento e Segurança para o fruticultor". Foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) na categoria BEST I: Bolsa de Estágio em Inovação I. Desenvolve pesquisas na área de Agronomia, com ênfase em produção vegetal, horticultura, fruticultura, proteção de plantas e promoção de crescimento vegetal com a utilização de bioinsumos. Lattes: http:// lattes. cnpq.br/5604372541250943

FABÍOLA LUZIA DE SOUSA SILVA: Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Maranhão-UFMA, diretora de Gestão de Pessoas na AgropecJr-Ej de Serviços Agropecuários e Ambientais (2021-2022). Tem atuação nas áreas de fitotecnia, nutrição mineral de plantas, propagação vegetal, substratos alternativos, atuando principalmente na fruticultura e floricultura. Lattes: http://lattes.cnpq.br/4527314930415453

ÍNDICE REMISSIVO

Avanços científicos, tecnológicos e de inovação na botânica 3

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora
Ano 2022

www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br
@atenaeditora
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Ano 2022